



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

Elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón y alternativas de extracción sostenible

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias
Ambientales con mención en Desarrollo Sustentable en Minería y
Recursos Energéticos

AUTOR

Nicolás Mercedes GUEVARA ALVARADO

ASESOR

Mg. Carlos DEL VALLE JURADO

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Guevara, N. (2019). *Elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón y alternativas de extracción sostenible*. Tesis para optar grado de Magíster en Ciencias Ambientales con mención en Desarrollo Sustentable en Minería y Recursos Energéticos. Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado
Dirección General de Biblioteca y Publicaciones

Dirección del Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Hoja de metadatos complementarios

Código ORCID del autor (dato opcional): -

Código ORCID del asesor o asesores (dato obligatorio):

DNI del autor: 07563885 – NICOLÁS MERCEDES

GUEVARA ALVARADO

Grupo de investigación: INVESTIGACIÓN PERSONAL

Institución que financia parcial o totalmente la investigación: FINANCIAMIENTO PERSONAL

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación. Debe incluir localidades y/o coordenadas geográficas:

El trabajo de tesis de Maestría denominado: ELEMENTOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA EXTRACCIÓN INFORMAL DE CARBÓN Y ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN SOSTENIBLE, se desarrolló en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú – Región La LIBERTAD, ubicado dentro de las coordenadas UTM: **771000E, 9154500N** (Hoja topográfica, 16-f-Otuzco)

Año o rango de años que la investigación abarcó:-

Dos años de investigación (2018 – 2019) – Sustentado el 09 de diciembre de, 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los nueve días del mes de diciembre del 2019, siendo las 17:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 884/UPG-FIGMMG/2019 del 03 de diciembre del 2019, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TITULO

«ELEMENTOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA EXTRACCIÓN INFORMAL DE CARBÓN Y ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN SOSTENIBLE»

Que, presenta el Bach. **NICOLÁS MERCEDES GUEVARA ALVARADO**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN CIENCIAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE EN MINERÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° 08212-FIGMMG-2017 del 12 de setiembre del 2017, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación y la calificación de la Tesis se realizará de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente en conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Aprobado (H)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN CIENCIAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE EN MINERÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS** al Bach. **NICOLÁS MERCEDES GUEVARA ALVARADO**.

Siendo las 18:00 horas, se dio por concluido al acto académico.

DRA. SILVIA DEL PILAR IGLESIAS LEÓN
Presidente

DR. CIRO SERGIO BEDIA GUILLÉN
Secretario

MG. MARIANO PACHECO ORTÍZ
Miembro

MG. CARLOS DEL VALLE JURADO
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres LORENZO GUEVARA CARRANZA y EMILIA ALVARADO GARCIA – QEPD, quienes me ensaaron a luchar de manera permanente y con responsabilidad para lograr mis objetivos, al apoyo incondicional de mi esposa Rosa Huatuco, mis Hijos Diego y Diana y a mi primogénito nieto THIAGO NICOLÁS.

AGRADECIMIENTOS

La tesis denominada ``Elementos de Contaminación Ambiental en la Extracción Informal de Carbón y Alternativas de Extracción Sostenible en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú – Región La Libertad`` ha sido concluida gracias al apoyo y aportes de profesionales y amigos colegas de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mi fraterno agradecimiento va dirigido a los siguientes profesionales:

Mg. Carlos Del Valle Jurado. - Miembro Asesor, amigo y destacado profesional quien me ayudo a encaminar el trabajo de tesis con su valioso tiempo, interesantes aportes y permanente dedicación.

Dra. Silvia del Pilar Iglesias León. - Presidenta Jurado Informante, quien con sus valiosos conocimientos científicos me supo guiar, corregir, sugerir e implementar cambios muy valiosos para la presentación y sustentación de dicha tesis.

Mg. Mariano Pacheco Ortiz. - Miembro de jurado, profesional con una vasta experiencia quien me sugirió y recomendó realizar importantes cambios en el trabajo de tesis.

Municipalidad de Lucma.- En el nombre del Ingeniero Ronier Arévalo M, jefe del área de Medio Ambiente de la municipalidad de Lucma, agradecer por el apoyo en enviar pruebas de agua del distrito, realizadas durante los años 2017 y 2018. Además, agradecer a las autoridades municipales por brindarme las facilidades de trabajar en el sector, conectarme con la comunidad, su Centro de Salud y Centros Educativos.

A todos los amigos y colegas mil gracias por sus aportes y apoyo incondicional para ver culminada la presente tesis.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Situación Problemática.....	3
1.2.-Formulación del problema general.....	6
1.2.1. Problema General.....	6
1.2.2 Problemas específicos.....	6
1.3 Justificación de la Investigación.....	6
1.4. Objetivos de investigación.....	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.- Marco filosófico o epistemológico de la investigación.....	9
2.2. Normas Ambientales para aplicación en el presente trabajo.....	11
2.3.- Antecedentes de la investigación.....	13
2.4 BASES TEÓRICAS.....	18
2.4.1 Ubicación y accesibilidad del área de estudio.....	18
2.4.2. Geomorfología, clima, agricultura, vías de comunicación, Agua.....	19
2.4.3. Contexto Geológico Regional.....	22
2.4.4 Geología Local (Estratigrafía).-.....	23
2.4.5 Controles estructurales de la fuente carbonífera del sector.....	25
2.4.6 Fuentes carboníferas en el distrito de Lucma – Concesiones Ambara 1 y Ambara 2.....	26
2.4.7 Carbón antracítico en Lucma, exploración, explotación y estimación de recursos (Reservas).....	27
2.4.8. Transporte y comercialización de carbón del distrito de Lucma.....	30
2.5. Marco conceptual o Glosario.....	31
CAPITULO III.- HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	44
3.1 Hipótesis General.....	44
3.2 Hipótesis específicas.....	44

3.3 Identificación de variables.....	44
3.3.1 Variables Independientes.....	44
3.3.2 Variables dependientes.....	45
3.4 MATRIZ DE CONSISTENCIA	46
3.5 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
 CAPITULO IV.- METODOLOGÍA	49
4.1.- Tipo y diseño de la investigación.....	49
4.2.- Correlación de Pearson	50
4.3.- Diseño experimental.....	52
4.3.1 Primera salida de campo (Desde el 20 al 30 de septiembre, 2017) – 10 días	53
4.3.2 Segunda salida de campo (Desde el 20 al 28 de febrero de 2018) – 8 días	54
4.3.3 Tercera salida de campo (29 de junio – 7 de julio, 2018) – 7 días	56
4.4. Unidad de análisis	57
4.5. Población del estudio (Descripción del área de estudio)	58
4.6. Tamaño de la muestra (Población y muestra).....	58
4.7. Selección de la muestra (Instrumentos de la recolección de datos).....	59
4.8. Técnica de recolección de datos (Proceso de recolección de datos).....	61
4.9. Análisis e interpretación de la información	61
 CAPITULO V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
5.1. Resultados	64
5.2.- Análisis, interpretación y discusión de resultados para el agua	65
5.2.1 Categoría 1 Uso Poblacional	70
5.2.2 Categoría 3 Bebida de animales y riego de vegetales	77
5.3.- Análisis, interpretación y discusión de resultados para el suelo.	83
5.3.1 Normativa Peruana: Estándar de Calidad del Suelo para uso Comercial/industrial/extractivo.....	86
5.3.2 Normativa Holandesa: Concentración de valor de Fondo Nacional National Background Concentration (BC).....	88
5.4 Aplicación de la correlación de Pearson en la presente investigación ...	95
5.4.1. Análisis bivalente	95
5.4.2. Coeficiente de correlación de Pearson.....	95
5.4.2.1. Estaciones de agua	96

5.4.2.2. Estaciones de suelo	98
5.5.- Pruebas de hipótesis.....	99
5.5.1. Resultados en relación a la hipótesis específica 1 (a).....	100
5.5.2 Resultados en relación a la hipótesis específica 2(b).....	100
5.5.3 Resultados en relación a la hipótesis específica 3(c).....	103
5.6.- Presentación de resultados.....	105
CAPITULO VI. IMPACTOS	106
6.1.- Propuesta para la solución del problema.	106
6.2.- Costos de la Implementación de la propuesta.....	108
6.3.- Beneficios que aporta la propuesta.....	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	111
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
RERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	115
ANEXO DE MAPAS	118
ANEXO DE CUADROS.....	126
ANEXO DE FOTOGRAFÍAS.....	144

ANEXO - ÍNDICE DE MAPAS

Figura 1. Mapa de ubicación y acceso	119
Figura 2. Mapa de Propiedad Minera e imagen satelital.....	120
Figura 3. Mapa Geológico Regional / Local	121
Figura 4. Mapa de ubicación de labores mineras en operación y abandonadas de carbón	122
Figura 5. Mapa de Ocurrencias de carbón en la Cuenca Alto Chicama ..	123

Figura 6. Mapa de ubicación de muestras de agua - Ambiental	124
Figura 7. Mapa de ubicación de muestras de suelo – Ambiental	125

ANEXO – ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Vías de acceso, aérea y terrestre desde Lima al distrito de Lucma, provincia Gran Chimú.....	18
Cuadro N° 2. Vías de acceso, terrestre, desde Lima al distrito de Lucma, provincia Gran Chimú.....	19
Cuadro N° 3. Reservas de carbón en la cuenta Alta Chicama.	127
Cuadro N° 4. Recurso y potencial de carbón del distrito de Lucma – Concesiones, Ambara 1, Ambara 2	127
Cuadro N° 5. Presupuesto preliminar para desarrollo de tesis.	128
Cuadro N° 6. Cronograma de actividades, trabajo de tesis	129
Cuadro N° 7. Obtención de muestras (Estaciones) de agua en la localidad de Lucma – región La Libertad.	64
Cuadro N° 8. Obtención de muestras (Estaciones) de suelos en la localidad de Lucma – Región La Libertad.....	64
Cuadro N° 9. Resultado químico de 5 muestras (Estaciones) de agua ..	66
Cuadro N° 10. Calidad de agua (ECA) con la categoría (A1, A2 y A3) ...	67
Cuadro N° 11. Elementos que superan el ECA 1, Agua Subcategoría A.....	72
Cuadro N° 12. Calidad de agua (ECA) comparado con la categoría 3 (D1 y D2)	78
Cuadro N° 13.- Elementos que superan el ECA 3 en las subcategorías D1y D2, parámetro pH.....	78

Cuadro N° 14. Resultado químico de 5 muestras (Estaciones) de suelo. ..	85
Cuadro N° 15. Calidad del suelo (ECA) comparado con los estándares de calidad –peruana.....	86
Cuadro N° 16.- Calidad del suelo comparada con la Normativa Peruana.	87
Cuadro N° 17. NORMATIVA HOLANDESA, para análisis de 17 elementos.	89
Cuadro N° 18. Calidad del suelo comparado con la normativa peruana y holandesa.	89
Cuadro N° 19. Resultados de Laboratorio, CERTIMIN – febrero, 2018. Resultados de agua superficial	130
Cuadro N° 20. Resultados de Laboratorio, CERTIMIN – febrero, 2018. Resultados de suelos	133
Cuadro N° 21. Resultados de Laboratorio, CERTIMIN – Junio, 2018. Resultados de agua superficial	136
Cuadro N° 22. Resultados de Laboratorio, CERTIMIN – Junio, 2018. Resultados de suelos	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de correlaciones de Pearson para estaciones de Agua	97
Tabla 2. Coeficiente de correlaciones de Pearson para estaciones de Suelos	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Índice de la anomalía de la temperatura superficial de la tierra en 0.01 grados Celsius, 1880 – 2030.	21
Gráfico N° 2. pH en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategoría A1	72
Gráfico N° 3. pH en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategoría A1	73
Gráfico N° 4. Conductividad eléctrica en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategoría A1	74
Gráfico N° 5. Aluminio total en agua superficial comparado con el ECA 1 Subcategorías A1,A2 y A3	75
Gráfico N° 6. Hierro total en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategorías A1, A2 y A3	75
Gráfico N° 7. Índices de contaminación en agua considerando la subcategoría A1	76
Gráfico N° 8. Índices de contaminación en agua considerando la subcategoría A2	76
Gráfico N° 9. Índices de contaminación en agua considerando la subcategoría A3	79
Gráfico N° 10. pH en agua superficial comparado con el ECA 3, subcategoría D1 y D2	79
Gráfico N° 11. Conductividad eléctrica en agua superficial comparado con el ECA 3	79
Gráfico N° 12. Aluminio total en agua superficial comparado con el ECA 3, subcategorías D1 y D2	80

Gráfico N° 13. Hierro total en agua superficial comparado con el	
ECA 3, subcategoría D1	80
Gráfico N° 14. Índices de contaminación en agua considerando el	
ECA3 subcategoría D1	81
Gráfico N° 15. Índices de contaminación en agua considerando el	
ECA3, subcategoría D2	81
Gráfico N°16. Índices de contaminación en suelo considerando la	
Normativa holandesa	91

ANEXO - ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto 1. Secuencia sedimentaria de lutitas bituminosas donde se ubican labores mineras subterráneas de diferente magnitud. (Operativas y abandonadas).	145
Foto 2. El distrito de Lucma y carbón antracítico extraído de las concesiones Ambara 1, Ambara 2.....	145
Foto 3. Extracción de carbón de manera desordenada sin apoyo técnico y el carguío sin contar con las mínimas medidas de seguridad.	146
Foto 4. Equipo necesario para la toma de muestras de agua en quebrada Lucma.	146
Foto 5. Estación A1 Muestra de agua en quebrada Lucma.	147
Foto 6. Estación A1 muestra de agua, quebrada tributaria a Lucma	147
Foto 7. Estación S1, muestra de suelo entorno quebrada Lucma	148
Foto 8. Estación S2, muestra de suelo, talud de carretera	148
Foto 9. Estación S3, muestra de suelo, cerca de labores mineras	149

Foto 10.	Estación S4, muestra de suelo, cerca de labor minera.....	149
Foto 11.	Estación S5, muestra de suelo, evidencia de lutitas carbonosas.....	150
Foto 12.	Estación A3, muestra de agua, quebrada efluente y tributaria a Quebrada Lucma.	150
Foto 13.	Estación A4, muestra de agua, obtenida en labor minera	151
Foto 14.	Estación A5, muestra de agua próxima a labor operativa minera	151
Foto 15	Labores subterráneas irregulares e informales de carbón muy estrechas sin ningún soporte técnico.....	152
Foto 16	Carbón de mala calidad o desmonte ubicado en las afueras de labores subterráneas	152
Foto 17	Vehículos pesados de diferente tonelaje que trasladan Carbón.....	153

ANEXO - LISTA DE ACRONÍMOS / OTROS TERMINOS

ACRONÍMOS

ASTIM	American Society Testing and Materiales
CERPLAN	Centro Regional de Planeamiento Estratégico
CONACAMI	Coordinadora Nacional de Comunidades Afectadas por la Minería
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
EREC	Emergency Response Coordination Centre
GC	Grupo de control
GE	Grupo experimental
INGEMMET	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MINAM	Ministerio del Ambiente
SENAMHI	Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología
SEIA	Sistema Nacional de Evaluación del impacto ambiental

OTROS TERMINOS

CE	Conductividad eléctrica
(μ S/cm)	microsiemens /cm
Mg/L	Miligramo por litro
1ml/kg	1ppm
pH	Medida de acidez o alcalinidad
T °	Temperatura

RESUMEN

En la presente tesis titulada "Elementos de Contaminación Ambiental generada por la extracción informal de carbón y alternativas de extracción sostenible en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú – Región La Libertad" se realizó una evaluación geológico – minera y toma de muestras ambientales para definir los niveles de contaminación.

Los trabajos de campo estuvieron enfocados en evaluar geológicamente el área de estudio con la obtención de cinco muestras de agua y cinco muestras de suelo (febrero, julio, 2018) con la finalidad de encontrar elementos contaminantes en el agua y suelo respectivamente.

Los resultados de análisis de las muestras de agua (estaciones, A1, A2, A3, A4, A5) fueron cotejados con los estándares de calidad ambiental (ECA) del Ministerio del Ambiente (MINAM), referido a los elementos, Hg(t), Al(t), As(t), Ba(t), Be(t), Cd(t), Cr(t), Cu(t), Fe(t), Mn(t), Mo(t), Ni(t), Pb(t), Sb(t), Se(t), Zn(t). En consideración al análisis de agua para uso poblacional, se detectó aluminio (Al) y hierro (Fe) como elementos que han sobrepasado los estándares de calidad, mientras que en el análisis de agua para bebida de animales y riego de vegetales los valores estuvieron por debajo de los estándares establecidos.

Los resultados con respecto a la toma de cinco muestras de suelo (Estaciones, S1, S2, S3, S4, S5) no sobrepasaron los niveles de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), debido a que los valores estuvieron por debajo de los estándares establecidos. Sin embargo, se propone a las instancias respectivas revisar y analizar los ECAs, referidos a los elementos de, Hg, As, Ba, Cd, Cr y Pb. En vista de los resultados se ha considerado la normativa holandesa la que tiene otros parámetros de control y éstos determinan que sí existe contaminación ambiental en los elementos de Hg, As, Co, Mo, Sb, V y Zn en la localidad de Lucma. El motivo de considerar esta norma es por las características litológicas similares a Lucma y por la presencia de carbón.

Con la apertura adecuada de labores subterráneas en zonas aparentes, la conservación y uso adecuado de explosivos e implementos de seguridad, con el control y la minimización de material particulado, la comercialización de carbón de manera adecuada y el control rígido de mineral se logrará, establecer una extracción minera sostenible y responsable.

Palabras claves: Contaminación ambiental en agua y suelos, extracción informal de carbón.

ABSTRACT

This thesis "Elements of Environmental Contamination in the informal coal extraction and alternatives of sustainable extraction situated in the district of Lucma, province of Gran Chimú – Region La Libertad was realized a mining-geological evaluation – with the capture of environmental samples to define the contamination levels.

The field works were focused on evaluating, in terms of geology, the study area with the capture of five samples of water and five samples of soil (February, July, 2018) for the purpose of finding pollutant elements in the water and soil respectively

The analysis results for the samples of water (stations, A1, A2, A3, A4, A5) were compared with the environmental quality standards (ACE) established by the Ministry of the Environment (MINAM), referred to the elements of, Hg(t), Al(t), As(t), Ba(t), Cd(t), Cr(t), Cu(t), Fe(t), Mn(t) Mo(t), Ni(t), Pb(t), Sb(t), Se(t), Zn(t). In terms of the analysis of water for the population involved, it was detected aluminum (Al) and iron (Fe) as items that have exceeded the standards of quality, while in the analysis of water for drink of animals and irrigation of vegetables the values were below the established standards.

The results related to the five samples of soil (stations S1, S2, S3, S4, S5) did not exceed the levels of the Standards of Environmental Quality (ECA), because the values were below the established standards. Nevertheless, check and analyze the ECAs, referred to the elements of Hg, As, Ba, Cd, Cr and Pb is been proposed to the respective instances. Considering the results, the Dutch regulation who has other control parameters was considered, and even though the environmental contamination were confirmed in the elements of Hg, As, Co, Mo, Sb, & V. The reason to consider this regulation is the similarity in terms of lithological characteristics with Lucma and because of the presence.

With the right open of underground works in apparent zones, the conservation and the right used of explosives and security elements, with the control and minimization of particular material, the right commercialization of coal and the rigid control of mining operation, it will be possible to achieve a sustainable and responsible mining extraction.

Key words: Environmental Contamination in water and soils, informal coal extraction.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental en la pequeña minería y minería artesanal radican en gran parte en el lado norte (35%) y el sur del país (50%), mientras el estado no esté presente y activamente en este sector tratando de formalizarlos adecuadamente con el apoyo técnico y sin exagerar montos altos de operación, esta situación seguirá igual o quizás peor.

Debido a esta informalidad se produce una contaminación ambiental en muchos sectores del país como es el caso de la extracción informal de carbón que se realiza en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú - Región La Libertad.

Producto de ello resulta la contaminación del agua y suelo en la comunidad. En vista de esta situación se procedió a realizar el trabajo de investigación en esta zona para buscar elementos o fuentes contaminantes y en respuesta de los resultados buscar y encontrar alternativas para disminuir o eliminar el grado de contaminación ambiental que puede existir en el distrito y sus alrededores.

Los planteamientos y mejoras deben realizarse oportunamente en beneficio de la comunidad y en defensa de nuestro medio ambiente.

1.1 Situación Problemática.

La situación de la informalidad en la actividad minera metálica y no metálica en el país viene de generación en generación, la que lleva muchos

años y sin éxito en la denominada formalización minera, relacionada y en especial a la pequeña minería y minería artesanal (R. Abusada 10.01.2017, El Comercio), Pequeña minería y minería artesanal), siendo cada vez más preocupante y ascendente en estos últimos años.

Es hora o el momento oportuno para que los gobiernos de turno, las instituciones privadas, la comunidad local y regional se preocupen por mejorar esta situación implementando normas legales aplicativas, flexibles, diálogos y apoyo técnico permanente a todas las operaciones mineras de esta actividad que ocurren en el norte, centro y sur del país.

Para ello se sugiere, empezar con un censo nacional sobre la informalidad que perdura en nuestro país para luego aplicar la ley 27651 de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, (CORCUERA, C (2015). Tesis, Impacto de la contaminación de la minería informal en el cerro el Toro – Huamachuco – La Libertad.)

Es necesario también indicar que en la minería informal se apoderan sin permiso alguno de propiedades y concesiones del Estado. Es usual el uso ilegal de explosivos, que son empleados sin consideraciones ambientales ni de seguridad, los mismos que son conseguidos a través del contrabando o robo por mafias organizadas dentro del medio informal, producto de este flagelo de la informalidad, el resultado es la contaminación de suelos y el agua principalmente.

En si para la realización de dicha actividad el pequeño minero y minero artesanal y en especial el informal permanece expuesto a un entorno que genera permanentemente peligros para su integridad física, entre los que suele existir, accidentes (temporales y/o mortales), derrumbes permanentes en interior mina por el mal y poco conocimiento del enmaderamiento interno de labor minera(cuadros de madera), deslizamientos de tierra en zonas inestables y en terrenos húmedos, inundaciones en periodos de lluvia enero a marzo de cada año, material particulado y otros. GONZÁLEZ CÁCERES MARIBEL, ABRIL JENNYFER, set. 2009, *Tesis, Condiciones de salud y trabajo en la mina de carbón el Samán, Municipio de Sardinata (norte de Santander) – Bogotá – COLOMBIA.*

Hay que destacar que la pequeña minería como la minería artesanal, se instala en lugares donde existen muy pocos estudios y fuentes estadísticas en este sector (LOAYZA, E, 2017), *Tesis Diseño e implementación del plan de manejo ambiental para el mejoramiento de la producción de oro y prevenir fuentes la contaminación de la pequeña minería y minería artesanal en la concesión, Taipe Ira Rima.)*

En cuanto al número de productores, pequeños mineros y mineros artesanales en Perú, fluctúan en torno a 100,000 personas, Torres V. (2015) *Minería ilegal e informal en el Perú*, mientras que para la periodista Hildegar Willer (Mayo. 2014) estima que entre 100 000 y 200 000 personas trabajan directamente en la pequeña minería y minería artesanal.

1.2.-Formulación del problema general

1.2.1. Problema General

¿Es posible determinar los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma mediante monitoreos periódicos y basado en los resultados proponer alternativas para una extracción minera sostenible y reducir los niveles de contaminación en el distrito de Lucma?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿En qué medida los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón producto de la presencia de sulfuros hierro y aluminio, contamina el agua?
- b. ¿En qué medida los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón por el material particulado, elementos pesados aluminio, hierro y otros elementos, contamina los suelos?
- c. ¿De qué manera beneficiaría la extracción sostenible de carbón en el distrito de Lucma para disminuir los niveles de contaminación ambiental?

1.3 Justificación de la Investigación.

En la actualidad la minería ilegal e informal en la extracción de carbón en la provincia de Gran Chimú, región la Libertad y en especial en la cuenca del Chicama viene desde varias décadas atrás, por lo que se considera de vital importancia su análisis y estudio a la vez.

Esta actividad ilegal ocurre como consecuencia de una serie de problemas socioeconómicos que atraviesa el Perú. La agresiva expansión de esta actividad a lo largo y ancho del país y como

antecedentes en los últimos años, ha sido producto por la falta de empleo en el área rural y participación de otras organizaciones entre ellas ONG que están detrás de esta actividad, muchas veces aprovechan la ausencia del Estado para actuar al margen de la ley.

Hay que indicar que, en gran parte, las personas que se dedican a esta actividad tienen niveles bajos de educación y que de manera individual como mediante grupos ingresan a esta actividad extractiva, tal como es señalada en la *XXVIII Convención Minera (2007)*. LIMA, *"Estudio de la Minería Ilegal en el Perú*.

Producto de esta situación resulta la contaminación ambiental en lo que respecta a los suelos y agua del distrito, provincia y región respectivamente.

Además, esta investigación tiene por finalidad proponer alternativas de solución para una extracción minera sostenible las que deben ser puestas en práctica y con responsabilidad por los pequeños mineros y mineros artesanales del distrito de Lucma.

Por lo tanto, el Ministerio de Energía y Minas como la Región La Libertad tiene una gran responsabilidad de dirigir, encaminar, supervisar y monitorear esta actividad tratando siempre de proteger el medio ambiente.

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú – Región La Libertad.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar los elementos de Contaminación Ambiental por hierro y aluminio en el agua por la extracción informal de carbón.
- 2) Determinar los elementos de Contaminación Ambiental por material particulado, elementos pesados, aluminio, hierro y otros elementos en el suelo por la extracción informal de carbón
- 3) Plantear alternativas sostenibles mediante mejoras en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.- Marco filosófico o epistemológico de la investigación

El objetivo central del presente trabajo es determinar los elementos de Contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón y alternativas de extracción sostenible, en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú – Región LA LIBERTAD.

Para llevar a efecto la presente investigación me he basado y afianzado de una investigación o labor científica la que se ejecuta desde una perspectiva filosófica y epistemológica *determinada* (ANNDER-EGG, E, (1983), *Técnicas de investigación social*. Humanitas, Buenos Aires), mediante el análisis procesamiento, resultados e interpretación de toma de muestras de campo tanto de suelos como de agua para luego ser analizadas mediante un laboratorio acreditado medioambiental por varios elementos químicos entre ellos sulfuros, tierras raras y otros, con ello llegar a definir los elementos contaminantes que hay en el sector para luego proponer alternativas de control y/o de solución.

Los resultados o elementos contaminantes que puedan o no existir en la zona de estudio serán indicadores de advertencia para tenerlos en consideración y poner de conocimiento a todos y cada uno de los pobladores de la comunidad ya que hay evidencias claras ``insitu`` en terreno, sobre la extracción informal de carbón, las que por ahora

pueden ser alertas de inicio, pero más adelante se pueden convertir en perjudiciales para los comuneros, animales y plantas de cultivo.

Además la informalidad de extracción de carbón trae consigo deficiencias en el método de extracción debido a que no se cuenta con un soporte técnico, no se cuenta con las mínimas normas de seguridad además es deficiente y escaso el control de autoridades del estado (Ministerio de Energía y Minas, Dirección Regional) en la vigilancia de personal que trabaja en esta actividad la que es integrada en el mayor de los casos por personas menores de edad y son las que afrontan los peores riesgos que hasta cierto punto se convierten en fatales.

En si los factores que sustentan la informalidad minera en el país es, la pobreza, el desempleo, la informalidad de nuestra economía, las barreras burocráticas que condicionan elevados costos de trámites y prolongados tiempos para la formalización, la sobre posición de normas y conflictos de derechos, la escasez de recursos para implementar mecanismos de fiscalización y el sistemático incumplimiento de normas ya existentes. (MORALES, J, 2012). *Aspectos legales e institucionales de la pequeña minería y la minería artesanal en Madre de Dios*.

Carlos Palacín, Presidente de la Coordinadora Nacional de Comunidades Afectadas por la Minería (CONACAMI) manifiesta: “Hay que decirlo directamente: en el Perú no se cumplen las normas sobre protección ambiental. De suceder lo contrario, nuestra realidad sería muy

diferente, no existiría mucha contaminación ambiental y la explotación de los recursos se daría con la participación de las poblaciones involucrada.

2.2. Normas Ambientales para aplicación en el presente trabajo.

Para el ejercicio y desarrollo de la presente investigación se ha tenido en consideración el Reglamento de Protección Ambiental para las actividades de exploración minera bajo el Decreto supremo N° 042 – 2017 – EM,

Que, por Decreto Supremo N° 020-2008-EM se aprobó el Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera en donde se menciona todos los procedimientos específicos de protección ambiental para el desarrollo de este tipo de actividades.

El Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, donde se aprobó el Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA.

Es necesario mencionar sobre la Ley General del Medio Ambiente N° 28611 que plantea a la ciudadanía en general una serie

de **derechos** con relación al tema ambiental, en tanto que se debe garantizar un ambiente saludable, equilibrado y apropiado para el desarrollo de la vida; y por otro lado, indicando nuestros **deberes**, en la medida en que todos estamos obligados a contribuir a una efectiva y propicia gestión ambiental y a proteger de manera permanente el ambiente en donde habitamos.

Esta ley, nos informa sobre el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), que es un indicador de la calidad ambiental, que mide la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran presentes en el agua o suelo principalmente.

Dentro de los objetivos relevantes de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental se encuentran el de preservar, conservar, optimizar y restituir, la calidad del agua y los suelos y demás componentes del ambiente.

Aparte de hacer mención sobre las normas ambientales es necesario indicar que el presente trabajo viene a ser un aporte en beneficio de nuestro medio ambiente y un trabajo técnico – cultural de consulta para los estudiantes de nivel secundario como universitario, para instituciones gubernamentales (Municipalidades, centros de salud, centros educativos y otros), también de utilidad para otras instituciones privadas de la región y de todo el país.

Es necesario indicar que se debe continuar informando sobre este tema de la minería informal e ilegal en todos los rincones del país con el fin de mejoras de nuestro medio ambiente.

2.3.- Antecedentes de la investigación

La extracción informal de carbón en la localidad de Lucma - Gran Chimú, Región La Libertad, viene desde épocas antiguas, cada vez en mayor proporción debido a las necesidades de muchas personas que no cuentan con una oportunidad laboral y esta actividad es una de las más expectantes para cubrir ciertas carencias económicas y así satisfacer necesidades personales como familiares.

La actividad carbonífera en el sector se desarrolla en especial en la denominada cuenca del Chicama (Lugar tradicional y típico reconocido en el centro y norte de La libertad) donde aflora la formación geológica, denominada Formación chicama de edad Jurásico superior *STTAPENBECK, 1929*), *Descripción de la Formación Chicama*), unidad geológica que abarca varios kilómetros de extensión en la región norteña de manera mantiforme, constituida por lutitas, de color negro, pizarrosas, carbonosas y fosilíferas con algunos niveles de areniscas de grano medio a fino. Está formación atraviesa los sectores, como Baños Chimú, Huayday, Ambara (localidad de Lucma) y otros ubicados al lado este de región la Libertad donde se ubican una gran cantidad de labores mineras con contenido del mineral energético, mantos de carbón antracítico y metantrasítico de excelente calidad (*CARRASCAL et al, 2000*), *El carbón en el Perú*).

La extracción informal como el transporte de carbón se realiza permanentemente y en casi toda la región La Libertad para uso y beneficio de la minería que hay en la región (plantas metalúrgicas), como cementos Pacasmayo, pequeñas a medianas industrias y ladrillos para cocinas domésticas.

Por consiguiente, la extracción informal de carbón en la localidad de Lucma trae consigo impactos negativos a la vida, medio ambiente y población, *(HORNA, C, (2015). Tesis Impacto de la contaminación de la minería informal en el cerro El Toro – Huamachuco)*, en lo relacionado al medio ambiente muchas de las labores se encuentran cercanas al distrito de Lucma, afectando áreas de cultivo y al agua que conllevan los ríos y/o quebradas del lugar.

La ocurrencia carbonífera en la localidad de Lucma también adolece de otras situaciones como técnicas, estratégicas, sociales y ecológicas. En lo tecnológico no cuentan con las herramientas necesarias solamente usan equipos rudimentarios y/o domésticos, tampoco tienen un soporte técnico de un profesional(es) que dirijan y/o supervisen esta actividad minera.

En lo estratégico y social se debe estructurar y ordenar la minería del carbón y otras conexas ya que, en gran parte del país, esta actividad es informal y es necesario mejorar las relaciones entre el gobierno y la población para evitar conflictos sociales *(A. MENDIOLA A., AGUIRRE C, CHERO Y, CHURAMPI N, SEDANO R. JUN, 2013), Explotación del carbón antracita, viabilidad del yacimiento Huayday - Ambara).*

En lo ecológico, si bien en el Perú no cuenta con personal calificado para realizar trabajos técnicos del carbón en socavón, se tiene que tener claro que el Estado demanda que se aplique la tecnología necesaria para preservar el medio ambiente evitando al mínimo el grado de contaminación.

En la actualidad la minería informal del carbón causa contaminación en las aguas de los ríos/quebradas de Chicama, Lucma y otras, además causa deforestación.

El estado por intermedio de la autoridad regional se encuentra casi ausente y su regulación es deficiente en cuanto a contaminación de las aguas y la deforestación debidas a la explotación informal. Así mismo y es bueno decirlo oportunamente que la informalidad es producto de falta de conciencia medioambiental de los pobladores y de los trabajadores que laboran en la localidad.

Los impactos en los suelos al producirse permanentemente diversos movimientos de tierra propicia la extracción ilegal de los recursos mineros ocasionando en ellos alteración de ecosistemas disturbando su medio de vida a otro ambiente o modificación de otras costumbres para algunas especies. Los minerales extraídos de manera ilegal mediante diferentes metodologías traen consigo diferentes componentes tóxicos producto y uso de insumos múltiples entre ellos diversos sulfuros, presencia de tierras raras y otros.

Los impactos en las agua al extraer informalmente carbón se produce una descarga de sedimentos produciendo colmatación y modificación

morfológica de los cauces, (*Objetivos de la minería de carbón, recuperado de <https://www.wikipedia.org>*), de igual forma al sacar el mineral a las canchas para su almacenamiento parte o gran parte del mismo queda abandonado y en épocas de lluvias se desplazan por superficies inclinadas (trayendo consigo partículas de diferentes tamaños) llegando a riachuelos y/o quebradas las que serán contaminadas con varios minerales entre ellos sulfuros en suspensión.

Los impactos contaminantes en la extracción informal de carbón en el área de estudio aparte de afectar a los suelos y agua principalmente también afectan a la salud como es el caso de enfermedades cardíacas, cáncer, accidentes cerebro-vasculares y enfermedades crónicas causantes principales de mortalidad en los Estados Unidos (*ALAN H. LOCKWOOD, MD FAAN, KRISTEN WELKER-HOOD, SCD MSN RN, MOLLY RAUCH, MPH, BARBARA GOTTLIEB, nov. 2009*).

En el sector el carbón extraído y transportado en la región es utilizado en especial en la planta procesadora de Cementos Pacasmayo pues aquí la combustión del carbón, libera dióxido de azufre, material particulado, óxidos de nitrógeno, mercurio y decenas de otras sustancias conocidas que son peligrosas para la salud humana.

En la parte alta y noreste de Lucma, suelen evidenciarse muchas labores operativas de extracción de carbón como otras que se encuentran en condición de abandono, aquí el agua de lluvias reaccionan con la roca

expuesta causando la oxidación de minerales entre ellos sulfuros, esta reacción libera hierro, aluminio, cadmio, cobre y otros minerales en el sistema de aguas circundante y puede contaminar seriamente el agua potable (*Contaminación del agua potable recuperado de, www.psr.org/coalreport*).

Por lo dicho esta actividad de extracción informal de carbón en la localidad de Lucma debe ser atendida con carácter de urgencia por las principales autoridades de la Región como Gobierno regional, local, por las autoridades comunales y centros de salud de la provincia Gran Chimú. Además, el gobierno con sus respectivas entidades debe estar al frente de esta situación contribuyendo y ayudando permanentemente, con la regularización formal en esta actividad (Pequeña minería y minería artesanal) de la región como también impulsando mejoras para el sector mediante el apoyo técnico y mejoras ambientales en el monitoreo y supervisión permanente de agua y suelos principalmente.

También el propósito de esta investigación es aportar mejoras en beneficio del distrito, provincia y región mediante el diagnóstico, análisis e interpretación de resultados de minerales contaminantes, para luego proponer diversas alternativas de solución con el propósito de minimizar y/o eliminar la contaminación ambiental en especial en el suelo y agua principalmente y la manera de cómo controlar y definir la extracción informal de carbón sosteniblemente.

2.4 BASES TEÓRICAS

2.4.1 Ubicación y accesibilidad del área de estudio.

Ubicación.

La zona de estudio se ubica geográficamente a +/- 2 kilómetros al noreste del distrito de Lucma, provincia Gran Chimú (*Figura 1. Mapa de ubicación*), entre altitudes de 1800 a 2800 m.s.n.m., cuya coordenada UTM central es:

771000E, 9154500N (*Hoja topográfica, 16-f-Otuzco*)

Lucma, tiene una superficie de 280.36 km² y una población de 5774 (Censo, 2007). Se hace referencia también que dentro del área de estudio se ubican las concesiones Ambara1 de 1000 hectáreas y Ambara2 de 550 hectáreas de propiedad de Activos Mineros SAC, concesiones vigentes e inscritas en Catastro Minero de INGEMMET.

Accesibilidad.

Se accede al área de estudio mediante 2 vías:(véase cuadros 1 y 2) en Catastro Minero de INGEMMET.

Cuadro N° 1: Vías de acceso, aérea y terrestre desde Lima al distrito de Lucma, provincia Gran Chimú – La Libertad

Itinerario	Vía Aérea	Tipo de carretera	Kms.	Hrs. Recorrido
Lima – Trujillo	X		570	1h 00 min
Trujillo – Cascas		Asfaltada	110	2h 00 min
Cascas - Lucma.		Asfal.-afirm-trocha	60	2h 30 min
TOTAL			740	5 h 30 min

***Cuadro N° 2: Vías de acceso, terrestre desde Lima al distrito de
Lucma, provincia Gran Chimú – La Libertad***

Itinerario	Vía Aérea	Tipo de carretera	Kms.	Hrs. Recorrido
Lima – Trujillo		Asfaltada	570	8h 00 min
Trujillo – Cascas		Asfaltada	110	2h 00 min
Cascas - Lucma.		Asfalt.-afirm-trocha	60	2 h 30 min.
TOTAL			740	12 h 30 min.

La concentración y evaluación del tema de estudio referente a la extracción informal de carbón se ubica geográficamente en el lado norte y este de la localidad de Lucma en las concesiones mineras que corresponden a Activos Mineros (Fig.2. En anexos, véase Mapa de propiedad minera e imagen satelital).

2.4.2. Geomorfología, clima, agricultura, vías de comunicación, Agua.

Geomorfología.

El área de estudio presenta una topografía irregular con presencia de algunas lomadas con buzamientos medianos a altos entre 30 a 60° de inclinación, se evidencia también de algunas zonas deprimidas de considerable extensión y pequeños a medianos valles (Quebrada Lucma) en y en los extremos de la localidad de Lucma.

Clima.

Es similar a los climas de la sierra, entre los meses de diciembre a marzo suelen ocurrir lluvias de diferente intensidad, en los meses de abril a septiembre salida de sol con temperaturas que van desde de 18 a 22°C, luego los meses de octubre a diciembre bajan las temperaturas entre 15 a 20°C. (SENAMHI, 2017).

El clima en la localidad de Lucma – Región la Libertad como en todo el país y en todo el planeta viene cambiando vertiginosamente producto del calentamiento global que viene a velocidades inesperadas, debido a diversas causas naturales.

En la región La Libertad en la zona costera y la andina tienen estaciones climáticas opuestas simultáneamente.

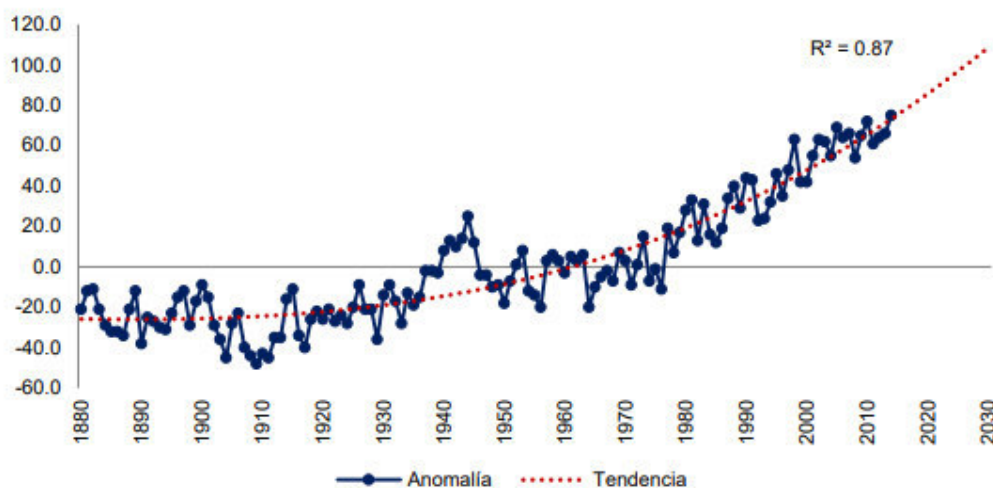
La franja costera del departamento tiene un clima cálido y soleado durante buena parte del año. Su temperatura promedio oscila entre los 20 °C y 21 °C y en verano (enero a marzo) supera los 30 °C. En invierno, entre los meses de junio y agosto, las pequeñas garúas humedecen la campiña de la costa.

Cabe resaltar que, en Trujillo, ciudad capital, el clima es más húmedo y frío durante gran parte del año. Garúas y neblina son fenómenos diarios en invierno y otoño. Estos cambios climáticos en la ciudad se deben al violento cambio, de desierto a zonas de cultivo, en el ámbito de Chavimochic, también la contaminación es un factor importante.

Su zona de sierra andina entre ellas la Provincia Gran Chimú y el distrito de Lucma y a partir de los 3.000 metros sobre el nivel del mar, tiene un clima seco y templado durante el día y más bien frío en la noche. Durante los meses de enero a marzo hay un invierno de intensas lluvias en esta zona. *VERGARA C. (set. 2008).*

En cuanto a la anomalía térmica del Perú y de la superficie terrestre a nivel global (Grafico N° 1) ha ido aumentando progresivamente de -0.2°C en 1880 a casi 0,6 grados Celsius en 2014, y si continúa con la misma tendencia, se

estima que para el 2030 esa anomalía alcance 1,0 °C, según estimaciones de CERPLAN. (Estudio Prospectivo de la Región la Libertad al 2030).



Fuente: GISS Surface Temperature Analysis – NASA.

Elaboración: CERPLAN - GRLL.

Gráfico N° 1: Índice de la anomalía de la temperatura superficial de la tierra en 0.01 grados Celsius, 1880 – 2030.

Particularmente, según la ERCC, 2016 – 2021, en la región La Libertad, el incremento de la temperatura mínima anual será de hasta 1.6°C en promedio respecto a la temperatura actual del territorio de la región. Asimismo, se registra una variación de hasta 0.8°C para la temperatura máxima, especialmente en la provincia de Bolívar y la zona noreste de la provincia Sánchez Carrión.

Agricultura.

En la parte baja y en zona de valle suelen haber sembríos de pan llevar como alberga, habas, maíz, hortalizas y en las partes inferiores a los 1800 metros suelen cultivar uva en todas sus variedades destinadas para el

consumo distrital como para la preparación de vinos de buena calidad (pequeñas industrias de vino) como las que hay en Cascas.

Agua.

En la zona y en el distrito hay bastantes tributarios y quebradas que abastecen el líquido elemento para el uso, doméstico, para la agricultura y en parte para la pequeña minería ilegal, entre las principales quebradas se encuentran quebrada Lucma, San Jorge y otras.

Vías de comunicación.

Las vías de comunicación son buenas, con carreteras asfaltadas partiendo desde Trujillo hasta Cascas (110 Km.), para continuar vía – acceso a Lucma (60 Km.) la mitad es asfaltada y la otra es afirmada y en buen estado, hay otros accesos adicionales con destino a Lucma y otros poblados que son trochas y trochas carrozables en buen estado. También hay evidencias de otros accesos en condición de trochas en buen estado que usan los pequeños mineros para llegar a sus labores mineras operativas, las que están cerca al distrito (Dos a cuatro kilómetros).

2.4.3. Contexto Geológico Regional.

La zona de estudio se aloja en una amplia secuencia sedimentaria constituida por secuencias clásticas correspondiente a la formación Chicama, Bajo esta denominación, asignada por *Sttappenbeck (1929)* de edad Jurásico superior (Js-chic) seguida de la formación Chimú de edad Cretáceo inferior (Ki-chim) Originalmente fue descrita por Stappenbeck en la región del alto Chicama bajo la denominación de “cuarcitas del Wealdiano”, posteriormente

Benavides (1956) le dió categoría de formación, continúan las formaciones Santa – Carhuaz de edad Cretáceo inferior (Ki-saca) *Benavides (1956)* describe bajo esta denominación en el callejón de Huaylas y finalmente ocurren depósitos recientes de edad cuaternaria. (Véase Figura N° 2. Mapa Geológico Regional / local)

La ocurrencia carbonífera y de operación se encuentra en especial en la Formación Chicama y en el contacto entre la Formación Chicama y Formación Chimú en las concesiones mineras de propiedad de Activos Mineros denominadas Ambara 1 y Ambara 2. (Carrascal y Matos, (oct. 2010). *Boletín no. 17 Geología de los cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa (hojas 16-d. 1()-e, 1<->-f, 17-e, 17-f, 1 -f) por: Aurelio Cossío, Hugo Jaén - Lima, noviembre de 1967*

2.4.4 Geología Local (Estratigrafía). -

En la zona de estudio afloran 3 principales unidades geológicas.

Formación Chicama (Js)

Constituida principalmente por lutitas bituminosas fisibles y limolitas carbonosas con delgadas intercalaciones de areniscas (*REYES, 1980*) generalmente esta unidad se expone en la parte inferior izquierda de la concesión, Ambara N° 2, inmediatamente y cerca al distrito de Lucma.

Esta unidad sedimentaria tiene una orientación NO – SE, se encuentra infrayaciendo a la vez concordante con areniscas cuarzosas de la Formación Chimú, entre el límite de ambas formaciones suelen ubicarse un gran número de labores de diferente magnitud de carbón antracítico de buena calidad.

Formación Chimú (Ki)

Esta formación es la base del Grupo Goyllarisquizga, (BENAVIDES V, 1956), descripción del Grupo Goyllarisquizga) de edad Cretáceo Inferior y sobreyace concordantemente a la Formación Chicama de edad Jurásico Superior.

Esta unidad está constituida por areniscas cuarzosas de grano fino a medio en algunos lugares grano grueso de color gris blanquecina variando a tonos rojizos a pardos (sectores Cuina, cerro Latur y otros) ubicados en los lados noreste y sur de Lucma. Esta secuencia sedimentaria también y de manera esporádica presenta niveles delgados de limolitas y limoarcillitas ubicados en la parte inferior de esta unidad donde suelen ubicarse mantos regulares e irregulares de carbón de muy buena consistencia y explotabilidad (carbón antracítico).

Esta unidad litológica tiene una dirección NO-SE con buzamientos que van desde 30 a 60° al SO, NE. En algunos sectores estas rocas sedimentarias se presentan muy disturbadas, fracturadas y craqueladas debido a una diversidad de anticlinales y sinclinales existentes en la zona. Esta ocurrencia (plegamientos) se debe principalmente a la presencia de intrusivos que se alojan en y cerca al distrito de Lucma. Esta unidad Infrayace / sobreyace a las formaciones Santa – Carhuaz debido a la existencia de sobre-escurrimientos locales como regionales.

Formaciones Santa - Carhuaz (Ki-saca)

Estas formaciones en la zona de estudio se presentan de manera restringida en especial la Formación Santa que al parecer desaparece

(COSSÍO, 1964) y está constituida de secuencias lutáceas (facies pelíticas) gris oscuras a verdosas con algunas manchas ferruginosas, este tipo de manifestaciones generalmente ocurre en la parte alta y lado izquierdo de las concesiones Ambara N° 1 y 2. Al lado norte de Ambara N°1 ocurren areniscas de grano medio a grueso sucias algo fracturadas correspondiente a la Formación Carhuaz, las que se encuentran en contacto gradacional y sobreyacente a la Formación Chimú que en algunos sectores se ubicada inferiormente debido a la ocurrencia de Fallas inversas, anticlinales y sinclinales presentes.

Depósitos cuaternarios recientes

Hay evidencia de considerables extensiones de depósitos coluviales como lo es en la parte alledaña tanto en el lado oeste y noreste del distrito de Lucma, también ocurren depósitos aluviales como arenas, gravas, limolitas, lutitas, que tren consigo las diferentes quebradas que hay en el sector, entre ellas la quebrada Lucma que es la principal y San José tributaria.

2.4.5 Controles estructurales de la fuente carbonífera del sector

Los controles estructurales que se evidencian en la zona de estudio son en especial fallas inversas de sobre-escurrimiento que traslapan o desplazan a las unidades geológicas presentes (Santa / Carhuaz), es el caso de la Falla Caña Brava, ubicada al noreste de Lucma, que constituye el control litológico y de contacto de las formaciones Chimú – Santa Carhuaz.

A parte de las fallas inversas en el sector, existe la presencia de anticlinales y sinclinales tanto normales inclinados como volcados con

buzamientos variables bajos y altos, por ello ocurren plegamientos con características variables.

También hay evidencia de cuerpos intrusivos graníticos y dioríticos que vienen instruyendo en diferentes sectores a esta secuencia sedimentaria en especial cerca y al lado oeste del distrito de Lucma.

2.4.6 Fuentes carboníferas en el distrito de Lucma – Concesiones

Ambara 1 y Ambara 2.

Las fuentes carboníferas del distrito de Lucma está relacionada con la cuenca Alto chicama, referida en especial al sector Chimú – Ambara localizada en el extremo noroeste de la cuenca. Las principales estructuras que controlan la localización de la formación Chimú con capas de carbón, son los anticlinales de Loma alta y Lucma (*R. Carrascal M. C. Matos A, Silva C.- oct.2000*).

En la zona Chimú – Ambara, concesión Ambara 1, la formación Chimú tiene 565 metros de grosor donde se ubican las principales capas y/o mantos de carbón con espesores que van desde 1 a 2 m. en 3 niveles (Clemente, Chilca y Santiago) (*Véase en Fig.5 Mapa de Ocurrencias de carbón en la cuenca alto chicama*).

El desplazamiento de esta secuencia carbonífera (estructuras mantiformes), orientadas de noroeste a sureste con buzamientos que van desde 25 a 45° al suroeste, tiene una longitud visible de 1.8 km. En esta longitud se aprecia diversas labores mineras de tamaños variables (de 18 a

25 metros de longitud) donde trabajan de manera estable o temporalmente los informales. (*Foto N° 1*)

2.4.7 Carbón antracítico en Lucma, exploración, explotación y estimación de recursos (Reservas).

La presencia de carbón en el distrito de Lucma en especial en la concesión Ambara 1 y 2 de propiedad de Activos Mineros, se ubica entre las unidades litológicas de las Formaciones Chicama de edad Jurásico superior y sedimentos de la formación Chimú de edad Cretáceo inferior.

En estas unidades suelen ubicarse entre 2 a 3 horizonte (mantos) de carbón con espesores de 1 a 2 m. La orientación de estos horizontes u mantos carboníferos es de noroeste a sureste con buzamientos bajos entre 10 a 30° al norte o sur respectivamente, estos buzamientos pueden variar debido a la presencia de anticlinales y sinclinales propios y constantes que existe en el lugar. (*Véase en Fig. N° 4. Mapa de Labores mineras operativas y en abandono*).

Principalmente el tipo de carbón que hay en el distrito es del tipo antracítico de muy buena calidad. (*Fotos, N° 2, 16*)

La exploración de la zona carbonífera del distrito de Lucma es muy irregular, los mineros informales aprovechan zonas o sectores nuevos a parte de los ya iniciados, tratan de buscar zonas aparentes y áreas espaciosas para abrir nuevas labores, estas con la finalidad de ubicar campamentos temporales y zonas para acumulamiento de mineral para el debido transporte.

La exploración como se mencionaba anteriormente se realiza con equipos rudimentarios, palas, picos, barretas, en algunos casos con mejores equipos a medida como se avancen en esta actividad. Estos trabajos se hacen desordenadamente en galerías estrechas y altos irregulares generándose así siempre y permanentemente zonas inestables las que son un latente peligro para generarse accidentes comunes o fatales a la vez. *(Foto N° 15)*

Gran parte del personal que se inician en este trabajo desconocen esta actividad no conocen la roca, la manera y forma de enmaderar (cuadros y postes de sostén) y tampoco usan los mínimos instrumentos de seguridad que son vitales para cubrirse físicamente como también para proteger su propia salud.

La explotación también es rudimentaria con palas picos en algunas ocasiones uso de grupos electrógenos para uso de barrenos en interior mina de esa manera avanzar con mayor explotación de mineral. El transporte interno de mineral de galerías o frentes se hace mediante el uso de carritos minero que trasladan entre 300 a 500 kilos de peso, los mismos que son usados en la minería tradicional. *(Fotos, N° 3, 15)*

Los estudios relacionados a los recursos totales de carbón no se conocen a ciencia cierta en el total de las cuencas, *(ESCUDERO J, (1979), Recursos totales de carbón)* uno de los estudiosos del carbón, se estima solamente que en la localidad de Lucma debe existir un promedio de 1'110,000 TM, distribuidas en un 80% para carbones antracíticos, 12% carbón bituminoso y un 8% de lignito

Se han dado varias estimaciones de recursos por varios autores para la zona de Ambara (1 y 2) entre ellos el Ing. Jorge Lozano (1985 / 1986) en las labores mineras de Clemente y Santiago con un tonelaje en reservas probadas accesibles de 5,135 TM y unas reservas probables de 1'837,000 TM, que en total arrojan 1'842,137 TM, de acuerdo a criterios de evaluación en una mezcla de categorías, Recurso inferido y potencial. (*Fig. 6.-Mapa de Recursos y Reservas estimadas de la cuenca Alto Chicama*).

Según el informe de Inspección Técnica de las concesiones de Ambara 1 y 2, durante el periodo mayo 1985 y 1986 de Minero Perú S.A. determina recursos en las labores mineras de, Clemente, Zamba (Chilca), y Santiago con datos actuales para esta fecha:

Recursos Inferidos

Largo	: 1800 m.
Profundidad	: 200 m
Potencia (espesor)	: 1.10 m
Peso específico del carbón	: 1.5
Factor de ajuste	: 0.50, Entonces

$$1800 \times 200 \times 1.10 \times 1.5 = 594,000 \times 0.50 = 297,000 \text{ TM}$$

Potencial: Prolongación NE y SW.

Largo	: 3700 m.
Profundidad	: 200 m
Potencia (espesor)	: 1.00 m
Peso específico del carbón	: 1.5
Factor de ajuste	: 0.25, Entonces

$$3700 \times 200 \times 1.5 = 1'110,000 \times 0.25 = 277,500 \text{ TM}$$

RESERVAS DE CARBÓN ANTRACITICO EN EL ALTO CHICAMA

La cuenca del Alto Chicama, situada en la zona norte del país, es el área emblemática de la minería del carbón antracítico, pues la mayoría de sus minas contienen carbón de tipo antracita con alto poder calorífico, de difícil combustión y con hasta 12% de material volátil. De momento no se ha explotado a gran escala (Cuadros 3 y 4 potencial y recurso de carbón – Lucma). (*Cuadro N° 3. Reservas de carbón en la Cuenca Alto Chicama*).

En su gran mayoría los explotan los propietarios de los terrenos superficiales de manera informal. Su precio de venta fluctúa al 2013 en S/. 90 y S/. 120 por tonelada, puesto en mina (MENDIOLA A. et al 2013). Explotación del carbón antracita: viabilidad del yacimiento Huayday-Ambara).

2.4.8. Transporte y comercialización de carbón del distrito de Lucma.

Así como se extrae de manera irregular e informal el carbón, el transporte y la comercialización es de manera similar, los camiones y/o volquetes los hay de diferentes tamaños, la intensidad del transporte es variable depende de las variantes de clima y tema de oferta y demanda del mineral. En las labores mineras se hace la clasificación (ore control) para el traslado del material debido a ello varían los costos y el uso que va a desempeñar. (*Foto N° 17. Vehículos pesados de diferente tonelaje*)

La comercialización es también variable en cuanto a selección de tipo de carbón y calidad. Se vende en gran proporción a los entornos de la ciudad de Trujillo para diferentes usos ya sea domésticos o industriales incluso para

las mineras medianas y pequeñas que requieren el producto. La mayor cantidad de carbón es usada en la planta procesadora de Cementos Pacasmayo, ubicada entre las ciudades de Chiclayo y Trujillo respectivamente.

En cuanto a precios del carbón antracita de la localidad de Lucma se define en función de la calidad del material y la distancia entre el yacimiento y el lugar de consumo. El rango de precios interno actual al 2015, fluctúa entre S/. 150 y S/. 200 por tonelada (*Según Mendiola et al 2013*) puesta en el yacimiento y/o lugar solicitado. Estos precios son variantes que casi siempre son bajos difíciles para entablar una mediana a gran minería por sus costos y el nivel o tamaño de explotación.

2.5. Marco conceptual o Glosario.

Para un mejor entendimiento de la investigación del presente trabajo, Elementos de Contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón y alternativas de extracción sostenible, en el distrito de Lucma, provincia Gran chimú –Región LA LIBERTAD, se hace de conocimiento un glosario de palabras relacionadas al tema que integran la presente tesis y son las siguientes:

Aluminio (Al)

El aluminio es el elemento metálico más abundante en la Tierra y en la Luna, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, sobre todo en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de aluminio

silicato. Cuando estos minerales se disuelven, según las condiciones químicas, es posible precipitar el aluminio en forma de arcillas minerales, hidróxidos de aluminio o ambos, EMSLEY J. (2001). *Guía de los elementos de la A a la Z*

El aluminio se ha convertido en el metal no ferroso de mayor uso. El aluminio fundido puede tener reacciones explosivas con agua. El metal fundido no debe entrar en contacto con herramientas ni con contenedores húmedos. A temperaturas altas, reduce muchos compuestos que contienen oxígeno, sobre todo los óxidos metálicos.

La toma de concentraciones significantes de Aluminio puede causar un efecto serio en la salud como, daño al sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, apatía, problemas en los riñones.

El Aluminio es un riesgo para ciertos ambientes de trabajo, como en la minería, donde hay actividad y presencia de agua, puede acumularse en las plantas y causar problemas de salud a animales que consumen esas plantas. Altas concentraciones de Aluminio no sólo pueden ser encontrados en lagos ácidos y aire, también en aguas subterráneas y suelos ácidos. Hay fuertes indicadores de que el Aluminio puede dañar las raíces de los árboles cuando estas están localizadas en las aguas subterráneas. EMSLEY J. (2001). *Guía de los elementos de la A a la Z*

Arsénico (As)

Al arsénico se le encuentra natural como mineral de cobalto, aunque por lo general está en la superficie de las rocas combinado con azufre o metales como Mn, Fe, Co, Ni, Ag o Sn. El principal mineral del arsénico es el FeAsS (Arsenopirita); otros arseniuros metálicos son los minerales

FeAs_2 (Löllingita), NiAs (nicolita), CoAsS (cobalto brillante), NiAsS (gersdorfitita) y CoAs_2 (esmaltita). Los arseniatos y tioarseniatos naturales son comunes y la mayor parte de los minerales de sulfuro contienen arsénico. *GREENWOD & EARNSHAW. (1977)*

El Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire.

Los niveles de Arsénico en la comida son bastante bajos, no es añadido debido a su toxicidad, pero los niveles de Arsénico en peces y mariscos puede ser alta, porque los peces absorben Arsénico del agua donde viven.

Azufre (S)

El azufre es un elemento activo que se combina directamente con la mayor parte de los elementos conocidos. Puede existir tanto en estados de oxidación positivos como negativos, y puede formar compuestos iónicos así como covalentes y covalentes coordinados. Sus empleos se limitan principalmente a la producción de compuestos de azufre. Sin embargo, grandes cantidades de azufre elemental se utilizan en la vulcanización del caucho, en atomizadores con azufre para combatir parásitos de las plantas, *EMSLEY J (2001). Guía de los elementos desde la A a la Z*

La proporción del azufre en la corteza terrestre es de 0.03-0.1%. Con frecuencia se encuentra como elemento libre cerca de las regiones volcánicas.

Carbón.

La OLADE define el carbón mineral como “un mineral energético combustible sólido compuesto, principalmente de carbono, así como de bajas concentraciones de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre entre otros elementos. Es el resultado de la degradación de organismos vegetales (*Dávila, J. (2006)* durante extensos períodos de tiempo 359 a 299 millones de años – de edad Carbonífera - Paleozoica) y exposiciones a diferentes grados de calor, presión y otros fenómenos físico, químicos y naturales, por lo que el carbón mineral no es un mineral uniforme; debido a estas características se subdivide de acuerdo a su grado de degradación en lignitos, antracitas, sub bituminosos y bituminosos, diferenciándose en su poder calorífico, contenido de volátiles y carbono fijo.

Carbón antracítico.

Es el carbón mineral más metamórfico y el que presenta mayor contenido en carbono. Es de color negro a gris acero con un lustre brillante. Estando seco y sin contar cenizas la masa de la antracita posee 86% o más de carbono y 14% o menos de volátiles comparado con otros carbones es poco contaminante y de alto valor calorífico. Dentro de las variedades de carbón es el más usado dentro de la industria en general y la minería. El carbón antracita es el que más abunda en nuestro país y se caracteriza por ser un tipo de carbón que arde con dificultad, pero que es rico en carbono y tiene un gran poder calorífico. *CARRASCAL R, & MATOS C (2000), El Carbón en el Perú.*

En el Perú, la mayor producción de este mineral no metálico se registra en el distrito de Cascas, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad, MINEM, (set. 2011).

Contaminación ambiental.

La **contaminación** es una alteración que afecta negativamente el estado o las condiciones de un medio o de un elemento. **Ambiental**, por su parte, es aquello vinculado al ambiente: un conjunto de circunstancias o la atmósfera que rodea a algo, en tal sentido **Contaminación ambiental** es la consecuencia de un cambio nocivo en las características del medio ambiente. (BARRETO C. (2013). *Contaminación ambiental en el Perú*.

La contaminación ambiental más evidente es en la actividad minera tanto operativa como exploratoria y en especial en pequeña minería informal.

Cobre (Cu)

Del latín *Cuprum*, cuyo símbolo es **Cu**, es el elemento químico de número atómico **29**. Se trata de un metal de transición de color cobrizo (rojizo) y brillo metálico, se caracteriza por ser uno de los mejores conductores de electricidad, gracias a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad (Betejtin A. 1977). *Curso de Mineralogía*. Uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. La mayor parte del cobre del mundo se obtiene de los sulfuros minerales como la calcocita, covelita, bornita y enargita.

Control estructural.

Es la delimitación de una estructura (falla) o de una veta mineralizada la que está definida o controlada por un tipo de roca o mineral. En cuanto al control estructural se puede dar en fallas de diferente tipo y longitud como en zonas de contacto y división de diferentes tipos de roca.

Cromo (Cr)

Es un elemento químico de número atómico **24**, su símbolo es **Cr**, se emplea especialmente en metalurgia. En cuanto a otros usos es en la producción de aleaciones anticorrosivas de gran dureza y resistentes al calor y como recubrimiento para galvanizados. El cromo elemental no se encuentra en la naturaleza. Su mineral más importante por abundancia es la cromita. *(Wiright J. 2003) Química medioambiental.*

Estratigrafía.

Es rama importante de la Geología que se encarga de la identificación, descripción y secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas en especial las sedimentarias *(Dávila J. (2006), Diccionario Geológico)*; también se encarga de la cartografía y correlación de estas unidades de roca como de tipificar los nombres de las mismas en relación a la ubicación típica donde se expone, determinando el orden y el momento cronológico de los eventos en un tiempo geológico determinado en la historia de la Tierra.

Fallas geológicas.

Una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura

(Bates y Jackson, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas. Existen varios tipos de fallas y ocurren entre diferentes tipos de rocas entre ellas, fallas normales, inversas, de rumbo, de sobre-escurrimientos y otras (Dávila, J. 2006).

Formación Geológica.

Es una secuencia de rocas, generalmente de características semejantes (Dávila J. (2006). *Diccionario Geológico*) o denominada también como un conjunto de roca o mineral que se han depositado en un lugar durante un mismo periodo geológico. Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes. Pueden asociarse en unidades mayores (grupos), subdividirse (miembros) o diferenciarse unidades menores significativas (capas). Estas formaciones geológicas toman diferentes nombres en función al lugar típico o en función a correlación litológica con otras formaciones en cuanto a su edad geológica.

Formalización minera.

Es adecuarse a las normas dictadas por la Dirección General de Formalización Minera del MEM con la finalidad de que los pequeños mineros y mineros artesanales se formalicen legal y técnicamente.

Geomorfología.

Es la ciencia dedicada a estudiar la forma interior y exterior del globo terráqueo, teniendo en cuenta las materias que lo forman y las variaciones registradas desde su origen. Estudia también los fondos marinos. Las diferentes geo-formas dependen también al tipo de roca que ocurre. *PEREZ J. (2018).*

Hierro (Fe)

El hierro o fierro de símbolo **Fe**, número atómico 26. Es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. Los dos minerales principales son la hematita, Fe_2O_3 , y la limonita, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, como sulfuros, pitita, pirrotita. Se encuentra en muchos otros minerales. Este mineral suele encontrarse asociado a rocas sedimentarias e intrusivas formando cuerpos de diferentes tamaños y con concentraciones múltiples y diversas de magnetita. *EMSLEY J, (2001). Guía de los elementos de la A a la Z.*

La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares. Es también peligroso para el medio ambiente; se debe prestar especial atención a las plantas y el agua respectivamente.

Manganeso (Mn)

Elemento químico de número atómico **25**, se simboliza como **Mn**. Se encuentra a menudo en combinación con el hierro y con muchos minerales.

Como elemento libre, el manganeso es un metal con aleación de metales industriales con importantes usos, sobre todo en los aceros inoxidables. *(Editorial Definición MX, 16/01/2015).*

El Manganeso es un compuesto muy común que puede ser encontrado en todas partes en la tierra, es uno de los tres elementos trazas tóxicas esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, pero que es también tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones.

Mercurio (Hg)

Es el único mineral que al estado natural se presenta en gotas pequeñas o impregnaciones blancas asociadas al cinabrio *(Dávila J. (2006)*, excelente conductor del calor y de la electricidad, vaporiza a 350°C y se solidifica a 39°C. Se usa en amalgama, para la extracción del oro y la plata, también se le denomina **azogue**.

Este mineral es muy usado en la actividad minera artesanal e informal en especial en los depósitos aluviales en la extracción de oro. *EMSLEY J, (2001). Guía de los elementos de la A a la Z.*

Minería formal.

Es aquella que se rige bajo las normas estipuladas del MEM y que cumple con todas las normas y procedimientos que ordene el estado. Hay que indicar que la minería formal siempre está definida en la gran y mediana minería, mas no en la pequeña minería y minería artesanal.

Minería informal:

Participación de personas en una concesión ajena o privada sin contar con los verdaderos permisos y que recién está en proceso de cumplir las normas, principalmente en el aspecto ambiental y otras necesarias. (Acuña C. 2102)

Minería ilegal:

Participación de personas sin considerar respeto, no acatan las normas otorgadas por el estado, no respetan nada, no tiene concesión, ingresa donde se le viene en gana, usa e ingresa los equipos que quiere a una propiedad ajena, se retira cuando quiere y deja en abandono material contaminante. (Acuña, C. (2012)

Minería Informal e ilegal (pequeña, artesanal)

Es aquella donde pequeños mineros o mineros artesanales no se adecuan a las normas dictadas por el Ministerio de Energía y Minas en este rubro que no prestan la mínima voluntad de formalizarse, asumiendo obligaciones y habiendo avanzado en el proceso de formalización, con aquellos que optaron por mantenerse al margen de la ley y el orden público. (Acuña,C, (2012). *Decretos regulatorios vinculados a la minería ilegal*)

Mineros informales que operan sin concesión en áreas de terceros sin cumplir las condiciones mínimas ambientales y en uso de maquinaria pesada no acorde con la actividad.

Molibdeno (Mo)

Elemento químico, símbolo **Mo**, con número atómico 42 y peso atómico 95.94; Metal gris plateado con una densidad de 10.2 g/cm.

El molibdeno se encuentra en muchas partes del mundo (Scheele C. 1778), pero pocos depósitos son lo suficientemente ricos para garantizar la recuperación de los costos. El molibdeno siempre se encuentra asociado con minerales de cobre en especial en depósitos tipo pórfidos de Cu-Mo (Perú, Chile). En muchas de las minas en operación (subterráneas, open pit) se encuentran como subproducto y siempre ligados al cobre.

Entre otras aplicaciones el molibdeno también se usa en aleaciones de acero para darle tenacidad.

Níquel (Ni)

El níquel es un elemento natural muy abundante, símbolo **Ni** es un metal duro, blanco-plateado que puede combinarse con otros metales, como el hierro, cobre, cromo y zinc para formar aleaciones. La mayor parte del níquel se usa para fabricar acero inoxidable. El níquel puede combinarse también con el cloro, azufre y oxígeno para formar compuestos de níquel. Se encuentra en todos los suelos y es liberado por emisiones volcánicas.

La toma de altas cantidades de níquel puede ocasionar o desarrollar cáncer de pulmón, fallos respiratorios, asma y bronquitis crónica. (*Raffino M. oct. 2019*).

Óxido de silicio (SiO₂)

El **óxido de silicio** o **dióxido de silicio** (SiO₂) es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Si se encuentra en estado amorfo constituye el ópalo, que suele incluir un porcentaje elevado de agua y el sílex es uno de los componentes de la arena. Una de las clases más peligrosas de polvo que se puede aspirar es el óxido de silicio (sílice)

cristalino. Por lo general en la actividad minera en especial en estructuras vetiformes viene asociadas a cuarzo en estas puede concentrarse el óxido de silicio (polvo) que puede producir silicosis al trabajador minero.

Plomo (Pb).

Es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F), de color gris azulado (*Pérez J. 2010*). Este mineral siempre se encuentra asociado al zinc en muchas unidades mineras ubicadas en la parte central del País. Se usa en la preparación de balas, perdigones, es conductor de calor y electricidad, se funde fácilmente. El plomo es una sustancia tóxica que se va acumulando en el organismo afectando a diversos sistemas del organismo, con efectos especialmente dañinos en los niños de corta edad. Este mineral y contaminante serio, ocurre en especial en la Oroya y Cerro de Pasco.

Recursos minerales.

Son todos los materiales provenientes de la naturaleza que sirven al hombre para desarrollar su bienestar (*Dávila J. (2006). Diccionario Geológico*). En nuestro país contamos con recursos metálicos y no metálicos, también considerados los recursos energéticos como el agua (hidroeléctricas), carbón, y petróleo. Se denomina RECURSOS a todos aquellos elementos que pueden utilizarse como medios a efectos de alcanzar un fin determinado para luego definir las reservas del caso.

Reservas.

Es definir el potencial que reúne una concentración de material económico a explotarse de un determinado proyecto y/o yacimiento (minero, petróleo u otro

tipo de recurso natural) (Dávila J. (2006). *Diccionario Geológico*) de una región o de un país. Entre las reservas las hay Probadas, probables e inferidas o denominadas también en definidas, inferidas y posibles.

Zinc (Zn)

Metal blanco, ligeramente azulado, estructura laminar, símbolo **Zn**. (Dávila J. (2006). *Diccionario Geológico*). El zinc es el 23º elemento más abundante en la corteza terrestre. Las menas más ricas contienen cerca de un 10% de hierro y entre el 40 y el 50% de zinc. Por lo general el Zinc siempre se encuentra asociado al plomo y plata y en nuestro país en la parte central ocurre en gran parte de minas, la Oroya y Cerro de Pasco preferencialmente. En los EE.UU este mineral es conocido como esfalerita mientras que en Perú en Mina San Vicente se le conoce como CEBRA y blenda en Europa.

CAPITULO III.- HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis General.

La toma de muestras en la zona de Extracción Informal de carbón, distrito de Lucma, provincia Gran chimú - LA LIBERTAD nos permitirá conocer los elementos de contaminación ambiental y determinar las alternativas de extracción sostenible.

3.2 Hipótesis específicas

- a) La determinación de los elementos de contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón por la presencia de sulfuros, hierro y aluminio, permitirá conocer los niveles de contaminación en el agua.
- b) La determinación de los elementos de Contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón por material particulado, sulfuros, y elementos pesados, permitirá conocer los niveles de contaminación en los suelos.
- c) Las alternativas sostenibles mediante mejoras en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma, reducirán la contaminación ambiental.

3.3 Identificación de variables.

Se presentan variables independientes como dependientes.

3.3.1 Variables Independientes.

- a. Elementos de contaminación Ambiental en el agua y suelos por la Extracción Informal de carbón.

3.3.2 Variables dependientes.

- a. Elementos de Contaminación Ambiental en el agua por la Extracción Informal de carbón.
- b. Elementos de Contaminación Ambiental en el suelo por la Extracción Informal de carbón.
- c. Alternativas de extracción sostenible en el distrito de Lucma.

3.4 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL
¿Es posible definir los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma mediante monitoreos periódicos y basado en los resultados proponer alternativas para una extracción minera sostenible y reducir los elementos de contaminación en el distrito de Lucma?	Determinar los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú – Región La Libertad.	La toma de muestras en la zona de Extracción Informal de carbón, distrito de Lucma, provincia Gran chimú - LA LIBERTAD nos permitirá conocer los elementos de contaminación ambiental y determinar las alternativas de extracción sostenible.
Problemas específicos <ul style="list-style-type: none"> a) ¿En qué medida los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón producto de la presencia de sulfuros hierro y aluminio, contamina el agua? b) ¿En qué medida los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón por el material particulado, elementos pesados aluminio, hierro y otros elementos, contamina los suelos? c) ¿De qué manera beneficiaria una extracción sostenible de carbón en el distrito de Lucma para disminuir los niveles de contaminación ambiental?. 	Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> a) Determinar los elementos de Contaminación Ambiental por hierro y aluminio en el agua por la extracción informal de carbón. b) Determinar los elementos de Contaminación Ambiental por material particulado, elementos pesados, aluminio, hierro y otros elementos en el suelo por la extracción informal de carbón c) Plantear alternativas sostenibles mediante mejoras para la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma. 	Hipótesis específicas <ul style="list-style-type: none"> a) La determinación de los elementos de contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón por la presencia de sulfuros, hierro y aluminio, permitirá conocer los niveles de contaminación en el agua. b) La determinación de los elementos de Contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón por material particulado, sulfuros, y elementos pesados, permitirá conocer los niveles de contaminación en los suelos. c) Las alternativas sostenibles mediante mejoras en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma, reducirán la contaminación ambiental.

3.5 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION REAL O DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL - INDICADORES	ITEMS O REACTIVOS
Variables Independientes. a. Elementos de contaminación Ambiental en el agua y suelos por la Extracción Informal de carbón.	<p>Los elementos de contaminación ambiental en el agua y suelos por la extracción informal, de carbón en el distrito de Lucma, hace que se genere modificaciones en el medio ambiente debido a que este mineral energético carbonífero se encuentra disperso en proporciones variables en diferentes lugares y en condiciones de abandono por largos periodos de tiempo afectado por permanentes cambios climáticos.</p> <p>La extracción informal de carbón trae consigo minerales pesados, sulfuros aluminio, hierro y otros que son contaminantes</p>	<p>a) La contaminación ambiental puede afectar a distintos medios y presentarse de diferentes características</p> <p>b) La extracción informal de carbón trae consigo contaminación ambiental en las aguas superficiales como subterráneas.</p> <p>c) La extracción informal de carbón trae consigo contaminación de los suelos y tierras de cultivo.</p> <p>d) El escaso control y supervisión en la minería informal del carbón hace que la extracción en su conjunto no sea sostenible.</p>	<p>Los niveles de contaminación serán medidos y cotejados con los estándares de calidad ambiental (ECA) a nivel nacional – Para agua:</p> <p>Elemento: ALUMINIO Al(t) ECA 2017 categ1, A1, 0,9 mg/L ECA 2017, categ1, B1 0,2 mg/L</p> <p>Elemento: FIERRO, Fe(t) ECA 2017 categ1, A1, 0,3Mg/L ECA 2017 categ1, A2, 1Mg/L ECA 2017 categ1, B1, 0,3Mg/L Estándares de calidad ambiental Internacional – Para suelo.</p> <p>NGR MADRID Elementos: ARSENICO(As) Otros usos, 24mg/kg PS CADMIO (Cd) Otros usos 3mg/kg PS COBALTO (Co) Otros usos 15mg/Kg PS ZINC (Zn) Otros usos 100mg/Kg PS</p> <p>HOLANDA ARSENICO (As) Valor de target, 55mg/Kg PS CADMIO (Cd) Valor de target 0,8mg/Kg PS COBALTO (Co) Valor de target 9mg/Kg PS</p>	<p>Los ensayos o análisis de laboratorio se realizarán por metales pesados (Agua superficial) en medidas (unidades) mg/l EPA 200.7 ICPOES, 32 elementos</p> <p>Para calidad de los suelos mediante metales ICPOES & MS en medidas (unidades) mg/ kg.</p> <p>EPA Method 3050/EPA, Method 6030 A /(ICP-MS) 23 elementos.</p>

<p>Variables dependientes.</p> <p>a) Elementos de Contaminación Ambiental en el agua por la Extracción Informal de carbón.</p> <p>b) Elementos de Contaminación Ambiental en el suelo por la Extracción Informal de carbón.</p> <p>c) Alternativas de extracción sostenible en el distrito de Lucma</p>	<p>1. Analizar la reducción de los niveles de contaminación ambiental en el agua producto de los elementos, (sulfuros, aluminio, hierro) luego planificar monitores permanentes para reducir y/o eliminar niveles de contaminación.</p> <p>2. Analizar la reducción de los niveles de contaminación ambiental en los suelos por material particulado y otros elementos pesados para luego planificar monitoreos permanentes y de control y/o eliminar niveles de contaminación.</p> <p>3. Con apertura adecuada de labores, medidas reglamentarias, control y supervisión de explosivos, control en la comercialización y supervisión permanente del transporte permitirá iniciar una extracción minera sostenible y responsable con ello disminuir la contaminación ambiental.</p>	<p>a) Calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas y biológicas. Se produce en agua potable, agua para uso agrícola, etc.</p> <p>Pueden existir contaminantes en el agua en diferentes estados. Los contaminantes pueden estar disueltos o pueden estar en suspensión, lo que significa que existen en forma de gotas o partículas. (Contaminación – Agua.org)</p> <p>b) La contaminación del suelo supone la alteración de la superficie terrestre con sustancias químicas que resultan perjudiciales para la vida en distinta medida, poniendo en peligro los ecosistemas y también nuestra salud. (Ecología Verde)</p> <p>c) Alternativas sostenibles en la extracción informal de carbón.</p>	<p>a) Con el resultado de análisis de laboratorio de sulfuros, elementos pesados, aluminio, hierro, material particulado y otros se realizará la comparación con los límites máximos permisibles que nos permitirá realizar monitoreos permanentes.</p> <p>b) Con la supervisión permanente de monitoreo en el agua y suelos el grado de contaminación disminuirá notablemente.</p> <p>c) Con las alternativas de extracción sostenible y responsable mejoraremos nuestro medio ambiente.</p>	<p>a) Contaminación ambiental en agua, Al(t), mg/L, Fe(t) mg/Dióxido de Silicio (SiO₂). EPA 200.7, ICPOES, 32 elementos.</p> <p>b) Contaminación ambiental en suelos, As mg/kg PS, Cd mg/kg PS, Co mg/kg PS, Mn mg/kg PS, V mg/kg PS, Zn mg/kg PS. ICPOES&MS. EPA Method 3050/EPA, Method 6030 A / (ICP-MS) 23 elements. La comunidad, el distrito el aparato local y regional siempre deben de cuidar, supervisar y monitorear permanentemente esta actividad para controlar, disminuir y/o eliminar la contaminación ambiental</p>
--	---	--	---	---

CAPITULO IV.- METODOLOGÍA

4.1.- Tipo y diseño de la investigación

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación en la tesis, Niveles de contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón y alternativas de extracción sostenible, en el distrito de Lucma, provincia Gran chimú –Región LA LIBERTAD, se ha tenido en consideración el diseño experimental en donde el investigador manipula y controla una o más variables independientes y observa variables dependientes para determinar si hay variación concomitante a la manipulación de las variables *dependientes* (Kerlinger, F, (2002). (*Investigación del Comportamiento – IV Edición*) un diseño experimental es entonces donde el investigador manipula por lo menos una variable independiente.

Así la virtud única y abrumadoramente del estudio experimental es el **control**. En resumen, un estudio experimental perfectamente conducido es más confiable que un estudio no experimental perfectamente conducido. La razón de ello debe volverse más obvia conforme se avance en el estudio del diseño de la investigación.

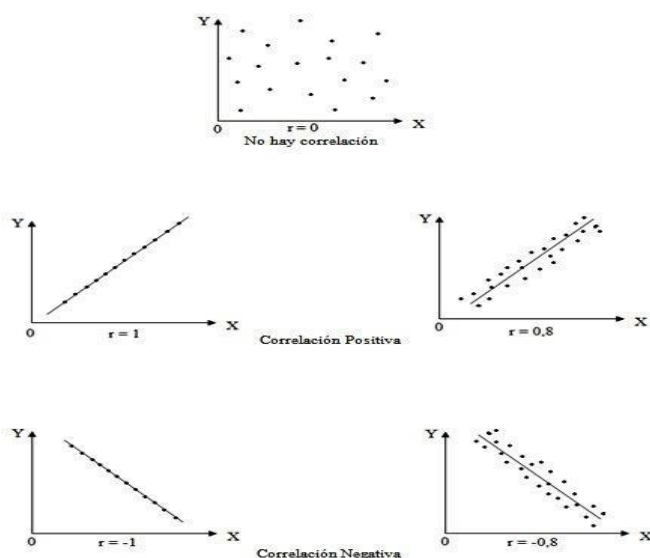
Es así que dicha investigación está basada en un experimento controlado bajo la confianza de evaluar en campo, muestras ambientales para volcarlos a un análisis experimental de elementos metálicos y concebir resultados con estándares de calidad ambiental para el agua y suelo respectivamente.

Adicionalmente en el presente trabajo se aplicara el coeficiente de correlación de Pearson, donde se indica que dado dos variables, la correlación permite hacer estimaciones del valor de una de ellas conociendo el valor de la otra variable.

4.2.- Correlación de Pearson

Los coeficientes de correlación (*Karl Pearson, 2030*) son medidas que indican la situación relativa de los mismos sucesos respecto a las dos variables, es decir, son la expresión numérica que nos indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan.

Son números que varían entre los límites +1 y -1. Su magnitud indica el grado de asociación entre las variables; el valor $r = 0$ indica que no existe relación entre las variables; los valores (1 son indicadores de una correlación perfecta positiva (al crecer o decrecer X, crece o decrece Y) o negativa (Al crecer o decrecer X, decrece o crece Y).



a) Para interpretar el coeficiente de correlación utilizamos la siguiente escala:

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

b) Para datos no agrupados se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

r = Coeficiente producto-momento de correlación lineal

$$x = X - \bar{X}; \quad y = Y - \bar{Y}$$

Para nuestro estudio experimental tomaremos en consideración a los elementos solicitados a laboratorio (31 para agua y 23 para suelos) y elementos contaminantes más relevantes reflejados en el agua y suelo respectivamente para luego la aplicación del coeficiente de correlación de Pearson que se realizara en el capítulo 5 de resultados y discusión.

Nuestra hipótesis está basada en determinar los niveles de contaminación ambiental debido al trabajo en la extracción informal de carbón en la localidad de Lucma para luego proponer un plan de monitoreo detallado el que nos permitirá reducir los niveles de contaminación en el agua y suelos respectivamente.

4.3.- Diseño experimental

Para efecto y desarrollo del diseño experimental en la zona se ha planificado realizar tres salidas de campo teniendo en consideración mediciones de entrada y proceso de salida de los grupos de control versus grupo experimental.

$$M = \frac{GE \rightarrow O1T1, O2T2, O3T3, O4}{GC \rightarrow O1T1, O2T2, O3T3, O4}$$

Dónde: O1, O2, O3, O4 Evaluaciones y mediciones de entrada, proceso y salida del grupo Experimental

Ti, T2, T3 Tres tratamientos o manipulaciones de acuerdo a las variables de campo

O1, O2, O3, O4 Evaluaciones y mediciones de entrada, proceso y salida del grupo de control.

T1, T2, T3, No se realizará tratamiento o manipulación alguna de la variable independiente en el grupo de control.

4.3.1 Primera salida de campo (Desde el 20 al 30 de septiembre, 2017) – 10 días

Esta primera salida tiene por finalidad hacer un reconocimiento de terreno en el sector donde se realizará la investigación (Concesiones Ambara 1 y Ambara 2 de propiedad de Activos Mineros) en el distrito de Lucma, luego determinar las zonas y/o labores mineras de extracción informal de carbón, además identificar zonas donde existan aguas (ríos/quebradas) con signos de contaminación ambiental, también presenciar y evidenciar suelos con escasa vegetación los que probablemente se encuentren contaminados con algunos sulfuros o diversos minerales que vienen consigo con la extracción de carbón.

A parte de hacer estas observaciones de campo o apreciaciones de componentes contaminantes en el sector, planificar un trabajo de cartografiado geológico a escalas aparentes (1: 25000, 1: 10000, escalas gráficas) con la

finalidad de verificar el tipo y edad de las rocas en el distrito metalogenético de la región y ubicarse en el ámbito geológico actual donde es evidente la roca huésped (lutita carbonosa) para el alojamiento del mineral energético, carbón antracítico de la cuenca del Chicama, CARRASCAL R. (oct. 2000), El Carbón en el Perú)

El avance de trabajo en esta oportunidad es de un 30 % quedando pendiente para la segunda salida de campo, concluir con el trabajo geológico y planificar la toma de muestras de agua y suelos respectivamente.

En el trabajo de campo el grupo de control (GC) viene hacer la inspección de terreno (ambiente geológico), ubicación de posibles áreas de contaminación en y cerca a labores informales de extracción de carbón con respecto al agua y suelo específicamente que existen cercanamente en esta actividad.

Mientras que el grupo experimental (GE) consiste en la ubicación adecuada de las áreas donde se obtendrán las muestras de agua y suelos respectivamente las mismas que nos servirán para proceder hacer los respectivos análisis de investigación en un laboratorio acreditado de la ciudad de Lima.

4.3.2 Segunda salida de campo (Desde el 20 al 28 de febrero de 2018) – 8 días

Esta salida de campo tiene por finalidad concluir con el trabajo geológico en donde se identificó 2 formaciones geológicas representativas como son la

Formación Chicama de edad Jurásico superior (Js) y la Formación Chimú de edad Cretáceo inferior (Ki), luego la obtención de muestras.

En esta ocasión y por dificultades del tiempo se planifico obtener 4 muestras (2 de agua y 2 de suelos) para luego ser analizadas por sulfuros, tierras raras y otros.

En esta oportunidad también se trató de tener reuniones con el área de salud y municipalidad del distrito con el fin de tocar el tema de la extracción informal de carbón como comentar también sobre la posible contaminación ambiental en el agua como en el suelo respectivamente.

En la segunda salida de campo el grupo de control (GC) viene hacer el trabajo efectivo de la evaluación geológica (tipos de roca que existen y roca huésped para el carbón antracítico), además se idéntico zonas aparentes y favorables para la toma de muestras tanto de agua como de suelos en el distrito de Lucma.

También se conversó con la Municipalidad, centro de salud y comunidad a fin de tocar el tema de la extracción informal de carbón y la contaminación que puede existir en el agua y suelos respectivamente.

En el grupo experimental (GE) corresponde a la obtención de muestras en dos estaciones de monitoreo para agua (A1, A2) y suelo (S1, S2) en las zonas aparentes y favorables con la toma de coordenadas UTM mediante el Datum WGS-84, en uso de un GPS, además el uso del PEACHIMETRO para la

toma de muestras de agua mediante un recipiente y en escorrentía, aplicación de medidas de temperatura, pH, ppm, y Conductividad eléctrica.

4.3.3 Tercera salida de campo (29 de junio – 7 de julio, 2018) – 7 días

La presente salida tuvo por finalidad obtener un mayor número de muestras tanto en agua como en suelos en zonas más precisas y muy cercanas a las labores mineras y pequeñas quebradas efluentes que traen consigo aguas turbias supuestamente contaminadas. En esta tercera etapa de trabajo se ha logrado obtener 6 muestras adicionales 3 de agua (A3, A4, A5) y 3 de suelos (S3, S4, S5) en tres estaciones de monitoreo.

El total de muestras tomadas en las dos campañas de trabajo (febrero – Julio, 2018) suman un total de 10 muestras en 5 estaciones de monitoreo, 5 de agua (A1, A2, A3, A4, A5) y 5 de suelos (S1, S2, S3, S4, S5) las que han sido analizadas por sulfuros, material particulado, tierras raras en un laboratorio acreditado en la ciudad de Lima de nombre, CERTIMIN. (*Fig.6, 7.- Mapas de Ubicación de muestras de agua y suelo- AMBIENTALES*)

Con los resultados de esta investigación trabajaremos en la interpretación final indicando el grado de contaminación ambiental que existe en el agua y suelos respectivamente, luego se procederá a las recomendaciones y sugerencias del caso y aplicación del monitoreo respectivo con la finalidad de disminuir o eliminar el grado de contaminación que hay en el distrito de Lucma.

Todos los trabajos de campo se efectuaron previa coordinación con las autoridades de la provincia Gran Chimú (Municipalidad) como con las autoridades del distrito de Lucma, con sus respectivas áreas de competencia, como el Centro de Salud e Instituciones Educativas.

En la tercera salida de campo el grupo de control (GC) viene hacer la toma de muestras tanto de agua como de suelos en zonas mucho más cercanas a las labores mineras, además se informó y coordinó dicha actividad o actividades con las autoridades de la provincia y distrito respectivamente.

4.4. Unidad de análisis

Tanto las muestras de campo (estaciones de monitoreo) correspondientes a agua (A1, A2, A3, A4, A5) como las muestras de suelo (S1, S2, S3, S4, S5), fueron llevadas a un Laboratorio competente y acreditado ((NTP_ISO/TEC-17025) y certificado por Evaluación de Proveedores, ISO 14001, OHSAS 18001) para los análisis respectivos – CERTIMIN de la ciudad de Lima.

Para el agua se procedió a realizar los análisis por metales totales, APA 200.7 ICPOES: Total 32 elementos, 31 elementos, incluye B, SiO₂. Mercurio Total (SM3112B Cold-vapor Atomic Absorption, Spectrometric Method)

Para el suelo, mediante los análisis, Metales ICOOES&MS, EPA Method 3050B / EPA Method 6020² (ICP-MS) /EPA Method 6010C (ICP-OES) total 23 elementos, 14 elementos ICP-OES, incluye: Ca, Na, K, Ba. 9 elementos ICP – MS, incluye: As, Ba, Cd, Pb. Mercurio Total (EPA 7471B. Mercury)

4.5. Población del estudio (Descripción del área de estudio)

La extracción informal de carbón se realiza de preferencia en el lado este y noreste del distrito de Lucma en un área aproximada de 8 km². En el sector ocurren rocas (lutitas fisibles) correspondientes a la formación Chicama de edad Jurásico superior y rocas (areniscas cuarzosas) de la formación Chimú de edad Cretáceo inferior, ambiente muy aparente entre estas dos formaciones geológicas para la depositación y formación del carbón antracítico.

A lo largo de la zona mineralizada en las concesiones Ambara 1 y Ambara 2 (mantos carboníferos) lugar donde hay un mayor número de labores mineras de orientación noroeste a sureste, existen a la fecha un promedio de 25 labores mineras entre ellas, 15 en condición operativa y 10 en condición de abandono (*Véase en Figura 4. Mapa de ubicación de labores mineras en operación y abandono*).

El trabajo o avance en las labores mineras operativas es variable desde túneles (galerías principales) de 10 a 150 metros de longitud a galerías angostas de 1.5 (ancho) x 2.0 (alto) metros aproximadamente.

4.6. Tamaño de la muestra (Población y muestra)

Las muestras obtenidas son de agua y suelo respectivamente son tomadas en un área aproximada de 3500 m² (+/- 8 km²), en cuanto a las primeras se tomaron en las quebradas tributarias o secundarias transcurrentes y efluentes

a la quebrada principal de Lucma que se ubican muy cerca de las labores mineras operativas, mientras que las muestras de suelo son obtenidas en las partes bajas ligeramente con superficies ligeramente horizontales también próximas a las zonas de extracción informal del carbón. *(Véase figuras 6, 7, Mapa de ubicación de muestras (estaciones) de agua y suelo - Ambientales).*

Se obtuvieron 10 muestras (estaciones) tanto de agua como de suelos al entorno de las principales labores mineras operativas de carbón en especial en las localidades de Pueblo Nuevo, Naupampa, Llatur, Cuina, Pallares, Tambillo y otras.

4.7. Selección de la muestra (Instrumentos de la recolección de datos)

Las muestras más representativas de agua fueron tomadas en las quebradas tributarias e efluentes a la quebrada Lucma, muy cerca a labores mineras operativas de carbón las que fueron obtenidas mediante el material y equipo proporcionado por el Laboratorio CERTIMIN, un instrumento plastificado compuesto por una botella de aproximadamente un litro la cual se encuentra muy limpia y desinfectada con sus respectivos aditivos de conservación, lista para recibir la toma de agua.

El procedimiento y toma de muestras tanto de agua como de suelos se realiza teniendo en consideración los protocolos y parámetros establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAN) y enfoques técnicos sugeridos por el

laboratorio certificado CERTIMIN, donde serán analizadas las muestras en mención.

Para efectos de este trabajo el tesista lleva consigo un instrumento portátil denominado pHMETRO el cual es el medidor de pH, temperatura, conductividad eléctrica (alta, baja) ppm y otros.

Para la prueba con el pHMETRO, se introduce en un recipiente con agua para tomar los datos en mención, similarmente se procede con la toma de datos, pero en zona de escorrentía, luego comparamos resultados de las dos pruebas (*Foto N° 4*)

Las muestras de suelo son obtenidas en zonas aparentes muy cercanas a las zonas de operación entre profundidades de 10 a 20 centímetros, dentro de la capa superior (1) e intermedia (2) donde existen varios tipos de rocas compuestas por fragmentos heterogéneos como limos, lutitas, arcillitas, arenas (rocas sedimentarias), fragmentos de carbón, de roca ígnea y roca volcánica que ocurren en el sector (2).

Luego de la toma de muestra (Capa intermedia) se procede a simular un cuarteo de material heterogéneo hasta llegar a un peso promedio de 2 kilos para luego ser introducida en una bolsa plástica consistente de 20 x 30 cm² (largo x ancho) - tamaño. La forma y procedimiento para obtener las muestras de suelo es similares a la obtención de muestras de roca aplicando también los respectivos protocolos, basado en las normas ASTM, EPA, o UNE.

4.8. Técnica de recolección de datos (Proceso de recolección de datos)

Las muestras obtenidas de agua como de suelos respectivamente se realizan entre y cerca de la extracción de carbón informal (Concesiones Ambara 1 y Ambara 2) de propiedad de Activos Mineros. Estas muestras son obtenidas en las áreas de interés en las cuales existen indicios o contaminación del suelo y agua respectivamente, sobre el cual se realizaron las labores de *muestreo (DS-012- 2017 – MINAN) – Gestión de suelos contaminantes*).

La toma de muestras tanto de agua como de suelo son tomadas haciendo uso de un GPS-60, marca GARMIN, en coordenadas UTM, data, WS84, uso de una brújula BRUNTON azimutal para toma de rasgos estructurales, uso de una lupa de 30X para determinar litología, alteración y contenido metálico, no metálico de suelos. Luego se realiza una data ordenada para luego preparar los respectivos mapas y en especial los mapas de estaciones de agua y suelos (*Figs. 6, 7, Mapa de ubicación de muestras (estaciones) de agua y suelos*), muestras ambientales.

4.9. Análisis e interpretación de la información

Las 10 muestras obtenidas en 5 estaciones de monitoreo corresponden a 5 de agua (A1, A2, A3, A4, A5) y 5 de suelo (S1, S2, S3, S4, S5), las que fueron analizados por un laboratorio acreditado y certificado de nombre CERTIMIN de la ciudad de Lima.

El servicio o análisis es por metales totales – Calidad de agua superficial, por los métodos EPA, 200.7 ICPOES, total 32 elementos, 31 elementos acreditados, incluye B, SIO₂, SM 3112 B Cold_Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method para Mercurio total.

Para servicio o análisis por metales ICPOES&MS, Preparación suelos y sedimentos por los métodos EPA Method 3050B/EPA Method 6020AAA (ICP-MS) /EPA Method 6010C (ICP_OES) Total 23 elementos. 14 elementos ICP-OES incluye: Ca, Na, K, Ba, 9 elementos ICP-MS, incluye As, Ba, Cd, Pb y EPA 7471. Mercurio.

Luego del análisis respectivo, se procederá a la interpretación y discusión sobre los elementos contaminantes que existe en el sector amparados ante las normativas ambientales de calidad (ECA) del país para los análisis de agua mientras que para el análisis de suelos se hará con la normativa peruana y holandesa a la vez.

En vista que la normativa peruana para suelos es insuficiente he tratado de investigar otras normativas en América, Sud América y Europa y se ha llegado a considerar de interés y de suma importancia la normativa holandesa porque es la más idónea en Europa muy interesante digno de imitar y aplicar en nuestro país.

De los resultados obtenidos pasar a definir adecuadamente una metodología apropiada para el monitoreo de aguas como suelos con el fin de

mejorar y de ser posible eliminar el grado de contaminación ambiental que pueda existir en el sector.

La interpretación de los elementos contaminantes se presenta mediante cuadros, gráficos, mapas, tablas, fotografías y otros que sean de necesidad en la presente investigación. Además, estos resultados nos servirán para comprobar la hipótesis planteada en el presente trabajo.

CAPITULO V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados

Para efectos y resultados en la presente investigación en relación a la contaminación ambiental en la extracción informal de carbón y el análisis en especial de agua y suelos en la localidad de Lucma, se han obtenido cinco muestras agua en cinco estaciones (A1, A2, A3, A4, A5) y cinco muestras de suelo (S1, S2, S3, S4, S5) en cinco estaciones (*Véase cuadros N° 7, 8 y figura 6,7 anexo de mapas*) las que han sido analizadas en el laboratorio acreditado y certificado de la ciudad de Lima CERTIMIN, el mismo que ha dado las suficientes indicaciones técnico-ambientales para la toma de las muestras de agua y suelos respectivamente.

Cuadro N° 7: Obtención de muestras de agua en el distrito de Lucma – región La Libertad.

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	Tipo de muestra	Coord. Norte	Coord. Este	Altitud msnm	Temperatura °C	T-Aire °C	pH Unid de pH	CE µS/cm
				WGS-84	WGS-84					
A1	03/02/18	10:00	Agua superficial	9154297	773545	2524	14,5		8,71	78
A2	03/02/18	10:00	Agua superficial	9154307	772554	2451	14,5		8,71	78
A3	29/06/18	13:05	Agua superficial	9153532	774510	2789	13,2	13,8	8,37	52
A4	29/06/18	14:20	Agua superficial	9154431	774028	2694	14,3	15,1	8,84	10
A5	29/06/18	15:35	Agua superficial	9155241	772712	2475	15,0	15,4	7,00	15

Cuadro N° 8: Obtención de muestras de suelos en el distrito de Lucma – Región La Libertad

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	Tipo Mtra.	Coord. Norte	Coord. Este	Descripción
				WGS-84	WGS-84	
S1	03/02/18	10:41	Suelo	9154213	773593	Suelo hetrogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S2	03/02/18	11:15	Suelo	9154334	772542	Suelo hetrogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S3	29/06/18	12:45	Suelo	9153355	774956	Suelo hetrogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S4	29/06/18	13:45	Suelo	9154460	774004	Suelo hetrogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S5	29/06/18	15:05	Suelo	9155267	772652	Suelo hetrogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón

Para esta tesis, se realiza una comparación de las características físico-químicas como pH y Conductividad Eléctrica (CE); así como de la química

del agua representada por los elementos totales que contiene el agua; comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - MINAM, categorías 1 (uso poblacional y recreacional) y 3 (bebida de animales y riego de vegetales).

5.2.- Análisis, interpretación y discusión de resultados para el agua

Para conocer el estado de contaminación y la influencia actual de la extracción de carbón en el medio ambiente, en el distrito de Lucma, se tomaron cinco muestras de agua superficial (A1, A2, A3, A4, A5) en las quebradas cercanas y efluentes a la quebrada Lucma y efluentes a tributarios adicionales, en los meses de febrero y julio del 2018. Las muestras tomadas tanto de agua como de suelos son teniendo en consideración, coordenadas UTM con data WGS-84, en uso de un GPS GARMIN, uso de una lupa de 20X para la descripción litológica, de alteración y mineralización de roca. Luego de terminar data pasar a la preparación de planos topográficos, geológicos, de propiedad minera, de ubicación de labores mineras y planos de ubicación de muestras ambientales a escalas gráfica o numérica (*Véase en figuras, anexo de mapas*) la cual será de interés para realizar los monitoreos y supervisiones pertinentes.

Las muestras de agua (A1 –A5) tomadas en las cinco estaciones fueron analizadas por metales totales en el laboratorio acreditado CERTIMIN de la ciudad de Lima, la cual considera 33 elementos (Hg, Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, B, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, SiO₂, Sn, Sr, Ti, Tl, V y Zn, (*Véase Cuadro 9*). Estos resultados se compararon con la norma

vigente, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Agua del 2017 para las categorías 1 y 3 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM). (Véase cuadro 10)

Cuadro N° 9: Resultado químico de cinco muestras de agua en cinco estaciones
(Fuente – CERTIMIN)

Estación de monitoreo		A1	A2	A3	A4	A5	Límite de detección	Método
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		10:00	10:30	13:05	14:20	15:35		
Tipo de muestra		Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial		
pH		8,71	8,71	8,37	8,84	7,00		
CE	µS/cm	78	78	52	10	15		
Hg(t)	mg/L	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001	MA0112
Ag(t)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002	MA0122
Al(t)	mg/L	0,04	0,14	1,1	0,4	0,3	0,02	MA0122
As(t)	mg/L	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008	MA0122
Ba(t)	mg/L	0,005	0,008	0,013	0,004	0,005	0,001	MA0122
Be(t)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0003	MA0122
Bi(t)	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	MA0122
B(t)	mg/L	0,047	0,024	0,02	0,008	0,007	0,003	MA0122
Ca(t)	mg/L	8,81	6,55	3,39	0,75	1,24	0,05	MA0122
Cd(t)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001	MA0122
Ce(t)	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	MA0122
Co(t)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002	MA0122
Cr(t)	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004	MA0122
Cu(t)	mg/L	<0.003	<0.003	0,006	0,009	0,015	0,003	MA0122
Fe(t)	mg/L	0,36	1,99	2,33	0,19	0,5	0,01	MA0122
K(t)	mg/L	0,54	0,41	1,35	1,62	0,55	0,01	MA0122
Li(t)	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004	MA0122
Mg(t)	mg/L	5,6	2,99	2,77	0,29	1,08	0,02	MA0122
Mn(t)	mg/L	0,181	0,166	0,176	0,017	0,055	0,001	MA0122
Mo(t)	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004	MA0122
Na(t)	mg/L	1,52	3,14	1,94	0,97	0,88	0,01	MA0122
Ni(t)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002	MA0122
P(t)	mg/L	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0,06	MA0122
Pb(t)	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01	MA0122
Sb(t)	mg/L	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008	MA0122
Se(t)	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	MA0122
SiO2(t)	mg/L	5,7	12,8	7,23	6,27	7,29	0,02	MA0122
Sn(t)	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0,007	MA0122
Sr(t)	mg/L	0,05	0,0351	0,0289	0,0056	0,0102	0,0007	MA0122
Ti(t)	mg/L	<0.01	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	0,01	MA0122
Tl(t)	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,05	MA0122
V(t)	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0,003	MA0122
Zn(t)	mg/L	0,007	0,021	0,017	0,014	0,018	0,005	MA0122

Cuadro N° 10: Calidad del agua comparada con la categoría 1 subcategorías A1, A2 y A3

Estación de Monitoreo		SUBCATEGORIA A1	SUBCATEGORIA A2	SUBCATEGORIA A3	A1	A2	A3	A4	A5	Límite de detección
Fecha					03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18	
Hora					10:00	10:30	13:05	14:20	15:35	
Tipo de muestra					Agua superficial					
pH	Unid de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	8,71	8,71	8,37	8,84	7,00	
Conductiv.	µS/cm	1500	1600	**	78	78	52	10	15	
Hg(t)	mg/L	0,001	0,001	0,002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001
Al(t)	mg/L	0,9	5,0	5,0	0,04	0,14	1,10	0,40	0,30	0,02
As(t)	mg/L	0,01	0,01	0,15	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008
Ba(t)	mg/L	0,7	1,0	**	0,005	0,008	0,013	0,004	0,005	0,001
Be(t)	mg/L	0,012	0,040	0,100	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0003
B(t)	mg/L	2,4	2,4	2,4	0,047	0,024	0,020	0,008	0,007	0,003
Cd(t)	mg/L	0,003	0,005	0,010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001
Cr(t)	mg/L	0,05	0,05	0,05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Cu(t)	mg/L	2	2	2	<0.003	<0.003	0,006	0,009	0,015	0,003
Fe(t)	mg/L	0,3	1,0	5,0	0,36	1,99	2,33	0,19	0,50	0,01
Mn(t)	mg/L	0,4	0,4	0,5	0,181	0,166	0,176	0,017	0,055	0,001
Mo(t)	mg/L	0,07	**	**	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Ni(t)	mg/L	0,07	**	**	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002
Pb(t)	mg/L	0,01	0,05	0,05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01
Sb(t)	mg/L	0,02	0,02	**	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008
Se(t)	mg/L	0,04	0,04	0,05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02
Zn(t)	mg/L	3	5	5	0,007	0,021	0,017	0,014	0,018	0,005

Fuente: Resultados – CERTIMIN, ECA – MINAM

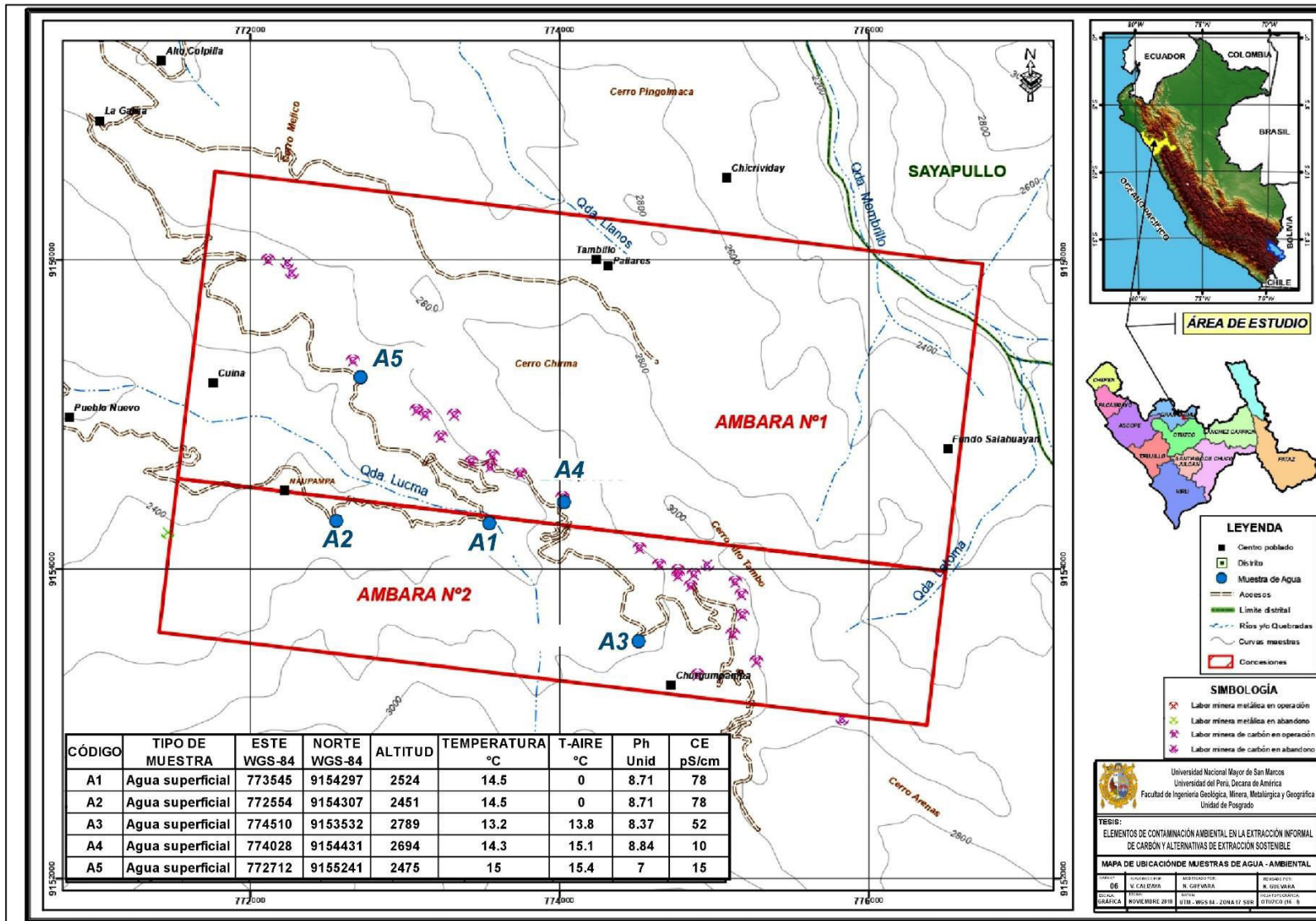


Fig. N° 6: Mapa de ubicación de muestras (Estaciones) de agua - Ambiental

Del cuadro anterior (Cuadro N°7) podemos observar que existe poca variabilidad de conductividad eléctrica, con valores que van de 10 a 78 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Así mismo, el pH varía de 7.00 a 8.84. Las muestras representan aguas superficiales de quebradas intermitentes de bajo caudal (menor a 10 l/s aproximadamente). Estas son tributarias a la quebrada Lucma que actúa como colector principal.

La estación A1 (*Anexo Fotos, Foto 5*) se recolectó en la quebrada Lucma donde afloran lutitas carbonosas, limolitas, lodolitas en los flancos, mientras que en el cauce se encuentran depósitos aluviales compuestos por gravas arenosas con clastos y bloques de distintos tamaños métricos a submétricos.

En los alrededores de A2 (*Anexo Fotografías, Foto 6*), quebrada tributaria a la quebrada Lucma, se encuentran afloramientos rocosos de limolitas, lutitas carbonosas, y en el cauce gravas y arenas también de tamaños métricos a submétricos, A3 (*Anexo de fotografías, Foto 12*) se ubica en otra quebrada tributaria de la quebrada Lucma, agua de clara a turbia en un medio de materiales finos a muy finos en el cauce (arcillas y limos, con escasos clastos <10 cm), donde afloran limoarcillitas y lodolitas en los flancos. La estación A4 (*Anexo de fotografías, Foto 13*) se encuentra en otra quebrada tributaria a la quebrada Lucma, al lado de labores mineras de extracción de carbón, donde afloran areniscas de grano medio a fino, grises claros, y cuyo cauce está conformado de bloques y clastos de areniscas <50 cm (frecuentemente <20

cm), gravas y arenas. Finalmente, en estación A5 a pie de carretera es una quebrada tributaria a la quebrada Lucma, agua clara a turbia, donde afloran cercanamente limolitas, limoarcillitas, lutitas carbonosas, areniscas, y en el cauce gravas arenosas donde existe abundante vegetación.

Con el análisis de las muestras y los resultados obtenidos, procedemos a la aplicación de los estándares de calidad ambiental (ECA)

5.2.1 Categoría 1 Uso Poblacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

En esta subcategoría, se considera las 3 clasificaciones: A1 = Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, A2 = Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (mediante dos o más de los siguientes procesos): Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección), y A3 = Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado (procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente).

Para la subcategoría A1 se consideraron 19 elementos: pH, conductividad eléctrica, Hg, Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se y Zn; y

para A2, 17 elementos: pH, conductividad eléctrica, Hg, Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Se y Zn (Véase cuadro 10).

De las cinco muestras, se puede apreciar que en general, los valores en sus componentes químicos son bajos y que no superan la mayoría de los límites establecidos por la normativa ECA (Cuadro 10). Esto es concordante con los bajos valores de conductividad eléctrica del agua, que varía de 10 a 78 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En pH, que debería estar entre 6.5 a 8.5, las muestras (Estaciones) A1, A2 y A4 superaron el límite 8.5, con valores de 8.71, 8.71 y 8.84 respectivamente, en el ECA 1 subcategoría A1. Para las subcategorías A2 y subcategoría A3 del ECA1, el pH de las aguas se encuentra en el rango permitido. (Véase cuadro, 11).

Cuadro N° 10: Cuadro 10.- Calidad del agua comparado con la categoría 1, subcategorías, A1, A2 y A3

Estación de Monitoreo		SUBCATEGORIA A1	SUBCATEGORIA A2	SUBCATEGORIA A3	A1	A2	A3	A4	A5	Límite de detección
Fecha					03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18	
Hora					10:00	10:30	13:05	14:20	15:35	
Tipo de muestra					Agua superficial					
pH	Unid de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	8,71	8,71	8,37	8,84	7,00	
Conductiv.	µS/cm	1500	1600	**	78	78	52	10	15	
Hg(t)	mg/L	0,001	0,001	0,002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001
Al(t)	mg/L	0,9	5,0	5,0	0,04	0,14	1,10	0,40	0,30	0,02
As(t)	mg/L	0,01	0,01	0,15	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008
Ba(t)	mg/L	0,7	1,0	**	0,005	0,008	0,013	0,004	0,005	0,001
Be(t)	mg/L	0,012	0,040	0,100	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0003
B(t)	mg/L	2,4	2,4	2,4	0,047	0,024	0,020	0,008	0,007	0,003
Cd(t)	mg/L	0,003	0,005	0,010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001
Cr(t)	mg/L	0,05	0,05	0,05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Cu(t)	mg/L	2	2	2	<0.003	<0.003	0,006	0,009	0,015	0,003
Fe(t)	mg/L	0,3	1,0	5,0	0,36	1,99	2,33	0,19	0,50	0,01
Mn(t)	mg/L	0,4	0,4	0,5	0,181	0,166	0,176	0,017	0,055	0,001
Mo(t)	mg/L	0,07	**	**	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Ni(t)	mg/L	0,07	**	**	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002
Pb(t)	mg/L	0,01	0,05	0,05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01
Sb(t)	mg/L	0,02	0,02	**	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008
Se(t)	mg/L	0,04	0,04	0,05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02
Zn(t)	mg/L	3	5	5	0,007	0,021	0,017	0,014	0,018	0,005

Fuente: Resultados – CERTIMIN, ECA - MINAM

Cuadro N° 11. Elementos que superan el ECA 1 Agua en la subcategoría

A, y data de pH, Conductividad Eléctrica

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	Tipo de muestra	pH	Conductiv.	Al(t)	Fe(t)
				Unid de pH	μS/cm	mg/L	mg/L
A1	03/02/18	22:00	Agua superficial	8,71	78	0,04	0,36
A2	03/02/18	22:30	Agua superficial	8,71	78	0,14	1,99
A3	29/06/18	13:05	Agua superficial	8,37	52	1,10	2,33
A4	29/06/18	14:20	Agua superficial	8,84	10	0,40	0,19
A5	29/06/18	15:35	Agua superficial	7,00	15	0,30	0,50
de detección						0,02	0,01
BCATEGORIA A1				6.5-8.5	1500	0,9	0,3
BCATEGORIA A2				5.5-9.0	1600	5,0	1,0
BCATEGORIA A3				5.5-9.0	*	5,0	5,0

*No aplica a esta subcategoría

Fuente: Resultados - CERTIMIN

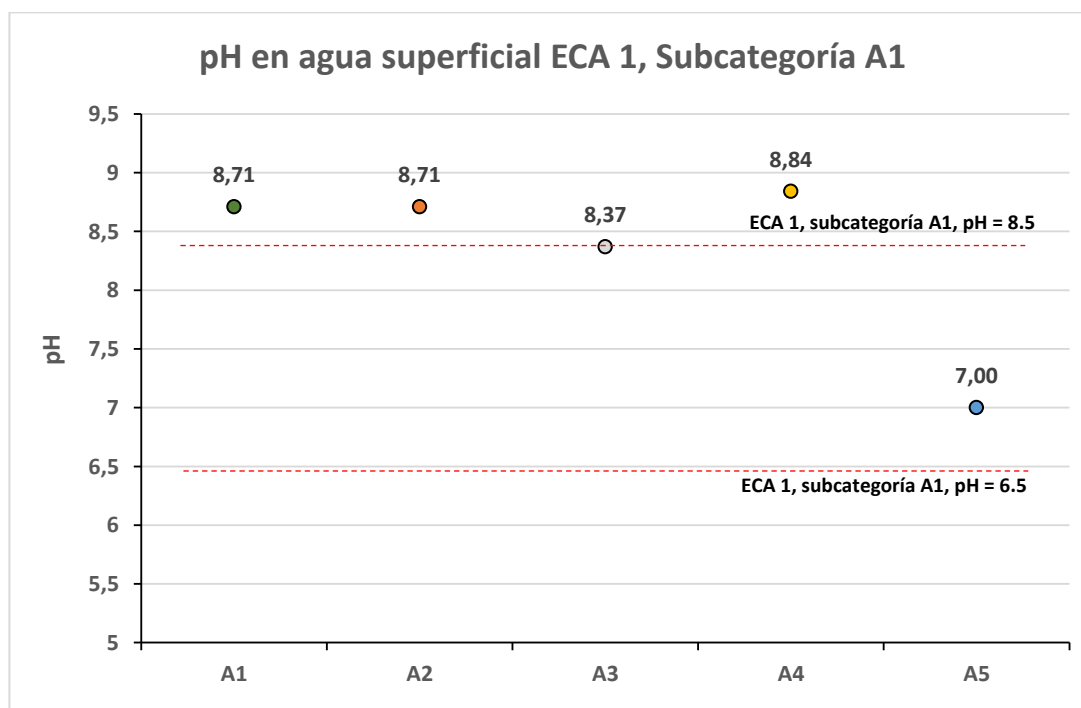


Grafico N° 2.- pH en agua superficial comparado con el ECA 1 subcategoría A1

(Fuente: Elaboración propia)

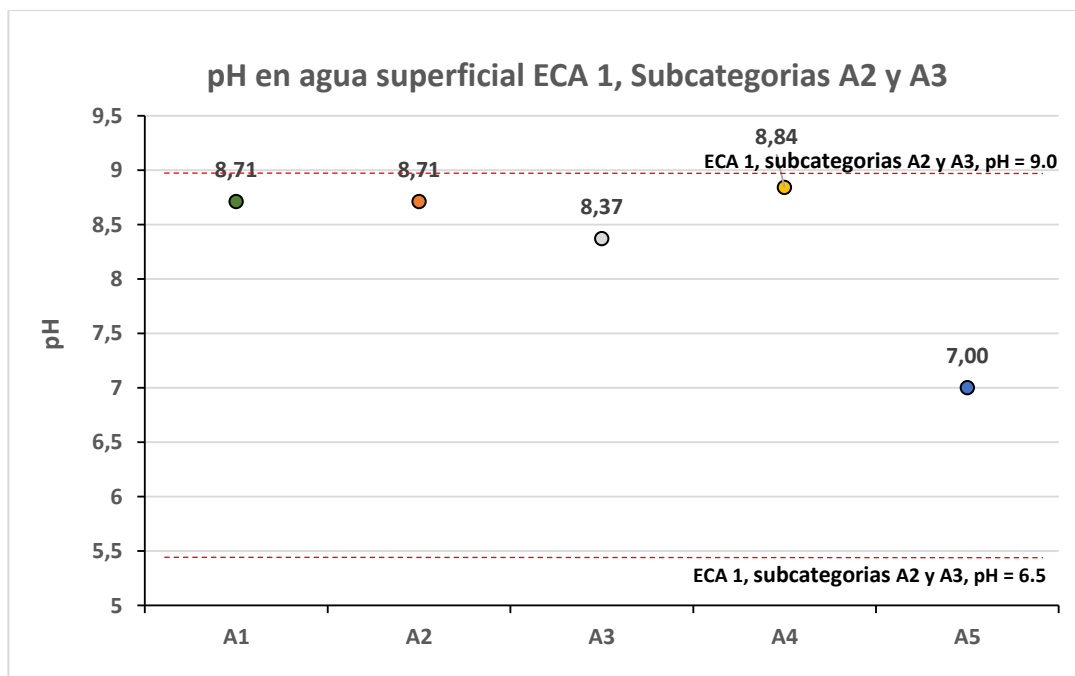


Gráfico N°3.- pH en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategorías A1, A2, A3, Fuente: Elaboración propia

En conductividad eléctrica, los valores de agua superficial son mucho menores a lo establecido en las subcategorías A1 (<1500 uS/cm y A2 (<1600 uS/cm, como también se aprecia en el Cuadro 11 (para A3 no aplica). Estas aguas de muy bajo contenido de sales, reflejan quebradas de primer orden, muy recientes o de nacientes de quebradas, tal vez muy cerca de manantiales que dan origen a las quebradas, y en zonas altas donde el agua tiene muy corto recorrido en la parte sub-superficial del terreno.

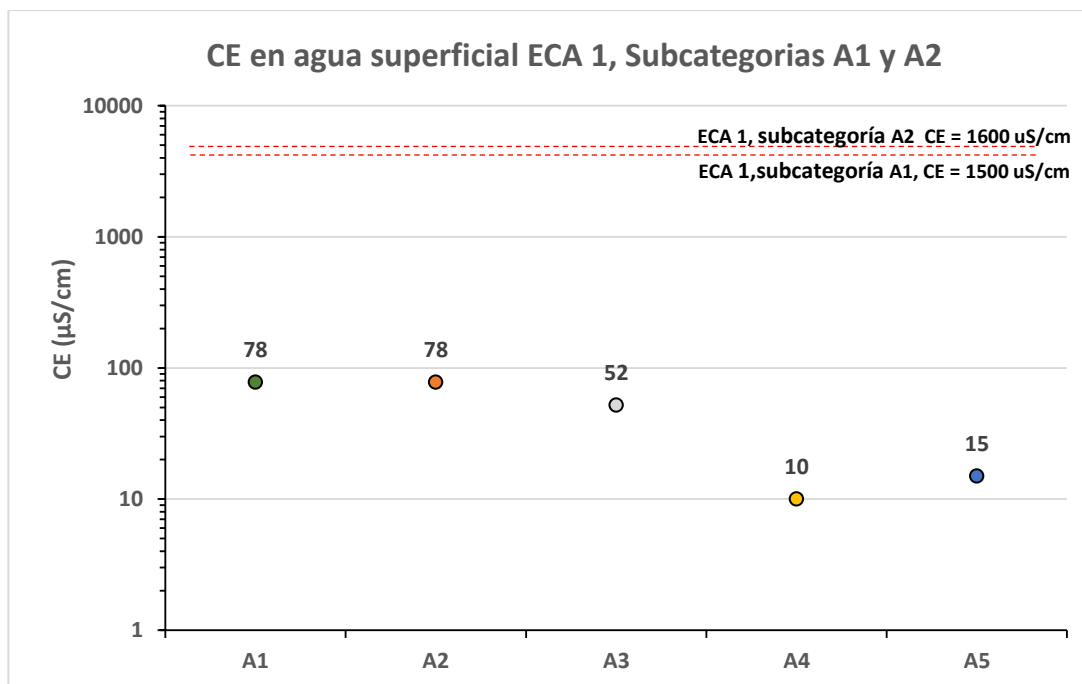


Gráfico N°4.- Conductividad eléctrica en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategoría A1, Fuente: Elaboración propia.

De los resultados también se puede apreciar que sólo existen valores mayores a la normativa, en aluminio total para la subcategoría A1 (Estación A3 = 1.10 mg/l, Gráfico 5); en hierro total en las subcategorías A1 en cuatro muestras (Estaciones, A1 = 0.36, A2 = 1.99, A3 = 2.33 y A4 = 0.50 mg/l, (Gráfico 6), y subcategorías A2 en dos muestras (Estaciones, A3 = 2.33 y A2 = 1.99 mg/l, (Gráfico 6).

Para visualizar mejor todos los componentes químicos en relación al ECA categoría 1, se elaboró los Gráficos (Gráficos 7, 8, 9), que muestran que los valores mayores A1, superan los ECA A1 y A2 respectivamente. Este gráfico corresponde a una normalización de valores, dividiendo la concentración entre el valor del ECA establecido para cada parámetro

(exceptuando el pH). Los valores que no aparecen en los gráficos, son menores al límite de detección.

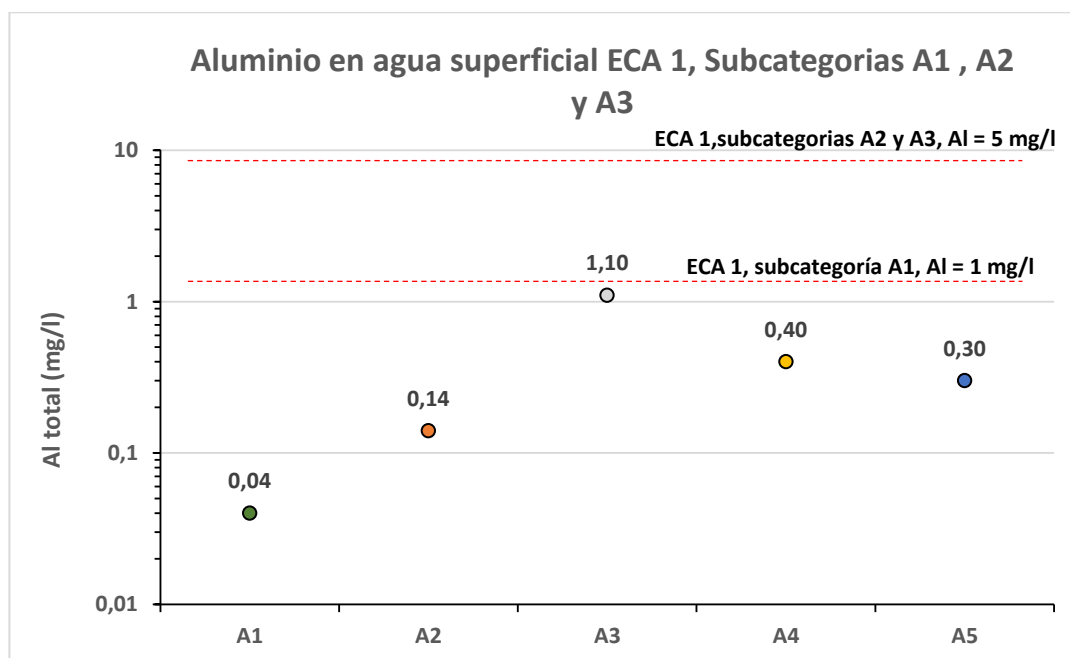


Grafico N°5.- Aluminio total en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategorías, A1, A2 y A3 (Fuente: Elaboración propia)

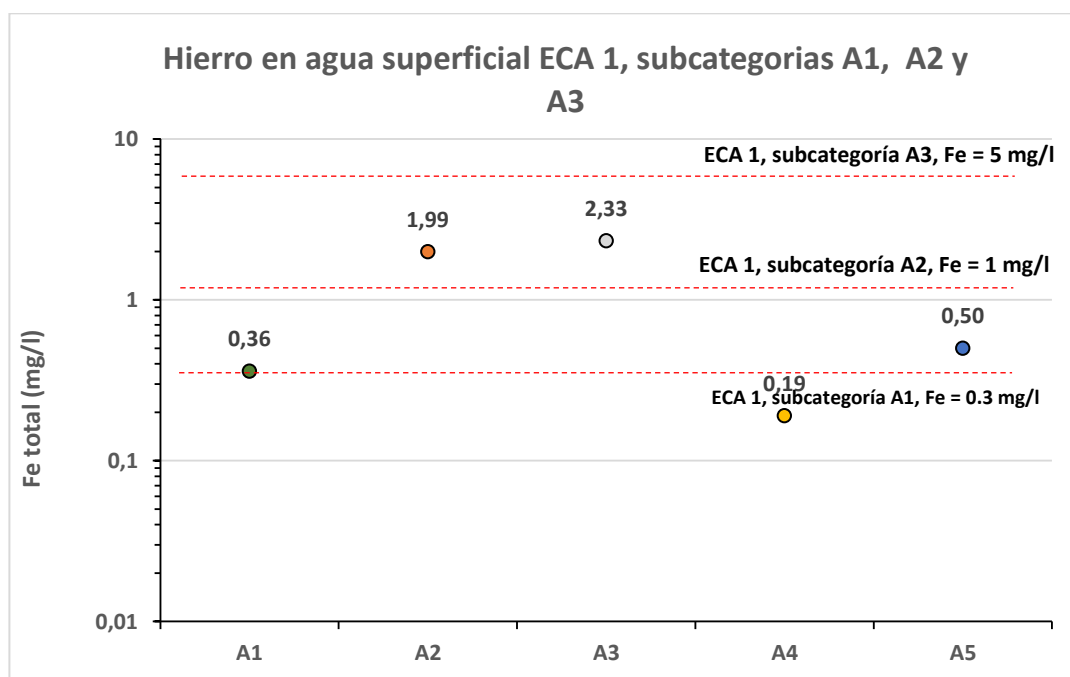


Grafico N° 6.- Hierro total en agua superficial comparado con el ECA 1, subcategorías, A1, A2 y A3, (Fuente: Elaboración propia)

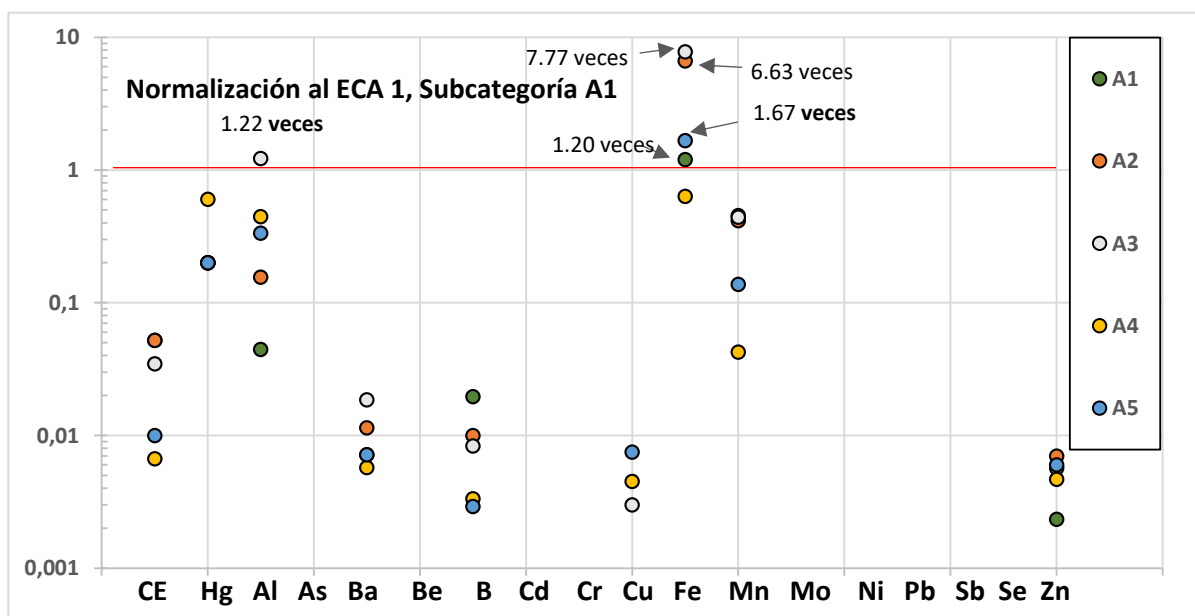
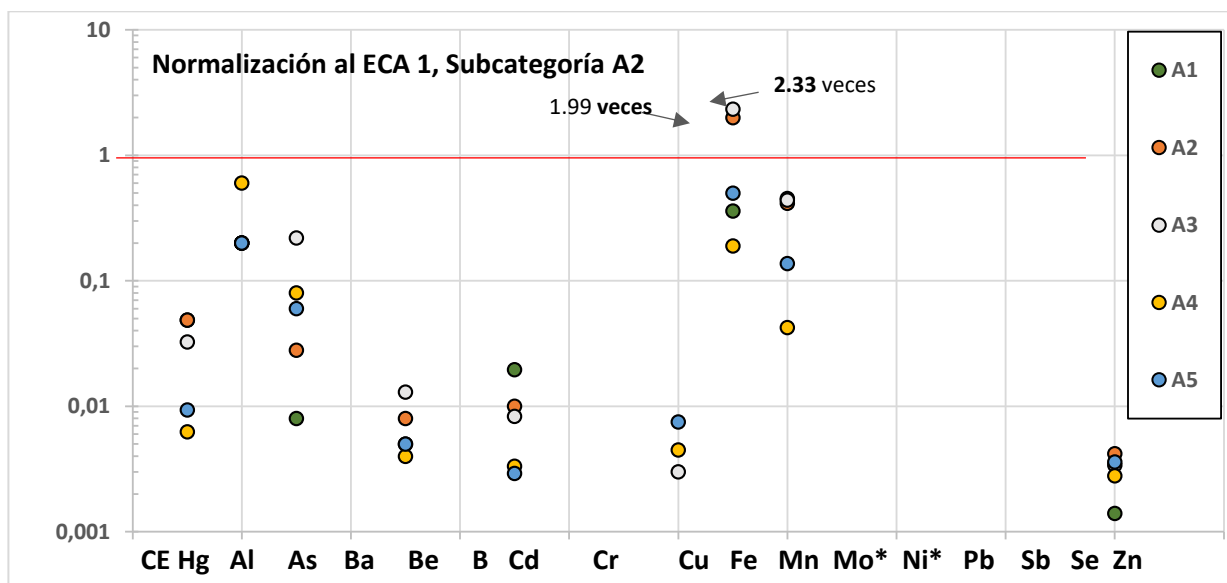
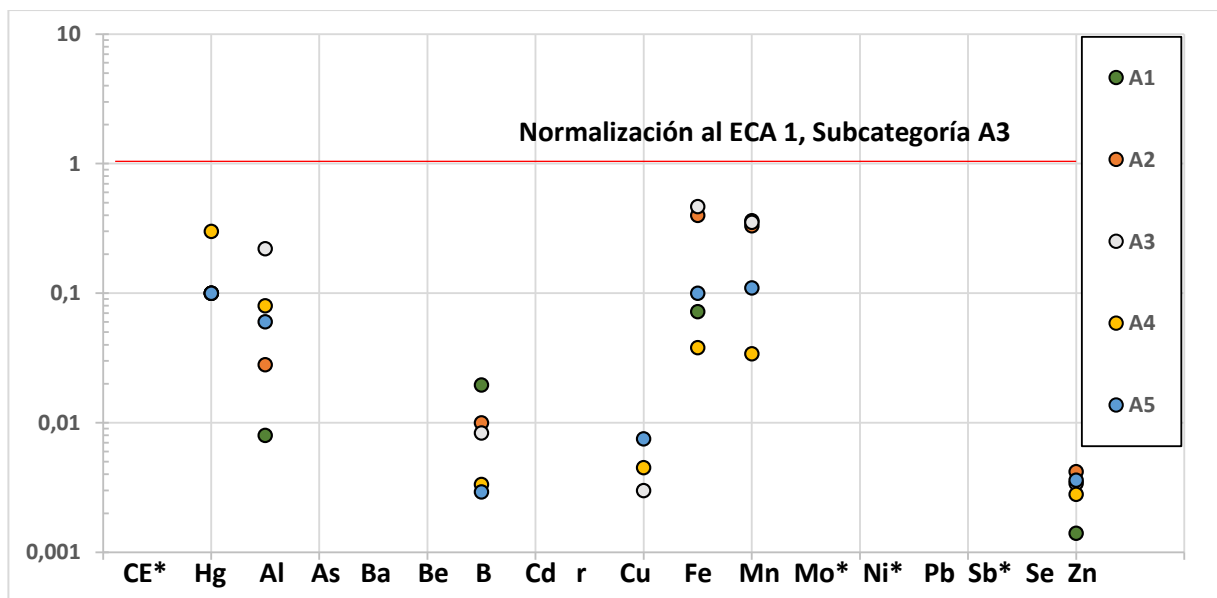


Gráfico N° 7.- Índices de contaminación en agua considerando la subcategoría A1
Fuente: Elaboración propia)



*No aplica a esta subcategoría

Gráfico N° 8.- Índices de contaminación en agua considerando la subcategoría A2
 (Fuente: Elaboración propia)



*No aplica a esta subcategoría

Gráfico N°9.- Índices de contaminación en agua considerando la subcategoría A3.
(Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar, los valores en la mayoría de los parámetros son inferiores (a muy inferiores) al valor establecido al ECA 1 subcategorías A1 Sólo superan 1.22 veces en aluminio, para la subcategoría A1, A2): 7.77, 1.67, 1.20 y 6.63 veces en hierro, en A2: 2.33 y 1.99 veces en hierro (Gráficos 7, 8). Para la subcategoría A3, ninguno de los parámetros es superior (Gráficos 7, 8) y por ende, ningún parámetro supera el ECA 1 subcategoría A3.

5.2.2 Categoría 3 Bebida de animales y riego de vegetales

Para ambas subcategorías, las D1 y D2 se comparó los resultados obtenidos con 19 parámetros considerados en la normativa (pH, conductividad

eléctrica, Hg, Al, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Se y Zn). Como se aprecia en el (Cuadro 12), existen valores que superan el ECA 3, subcategorías, D1 y D2 en el parámetro pH en A1, A2 y A4 (Cuadro 13), (Gráfico 10). En el resto de los parámetros, como CE, aluminio, hierro (Gráficos 11, 12, 13) respectivamente); los valores se encuentran por debajo de los límites considerados para esta categoría.

Cuadro 12.- Calidad del agua comparado con la categoría 3 subcategorías D1 y D2

Estación de Monitoreo		ECA 3, SUBCATEGORIA D1: Riego de vegetales	ECA 3, SUBCATEGORIA D2: Bebida de animales	A1	A2	A3	A4	A5	Límite de detección
Fecha				03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18	
Hora				10:00	10:30	13:05	14:20	15:35	
Tipo de muestra				Agua superficial					
pH	Unidad	6.5-8.5	6.5-8.4	8,71	8,71	8,37	8,84	7,00	
CE	µS/cm	2 500	5 000	78	78	52	10	15	
Hg(t)	mg/L	0,001	0,010	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001
Al(t)	mg/L	5	5	0,04	0,14	1,10	0,40	0,30	0,02
As(t)	mg/L	0,1	0,2	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008
Ba(t)	mg/L	0,7	**	0,005	0,008	0,013	0,004	0,005	0,001
Be(t)	mg/L	0,1	0,1	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0003
Cd(t)	mg/L	0,01	0,05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001
Co(t)	mg/L	0,05	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002
Cr(t)	mg/L	0,1	1	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Cu(t)	mg/L	0,2	0,5	<0.003	<0.003	0,006	0,009	0,015	0,003
Fe(t)	mg/L	5	**	0,36	1,99	2,33	0,19	0,50	0,01
Li(t)	mg/L	2,5	2,5	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Mg(t)	mg/L	**	250	5,6	2,99	2,77	0,29	1,08	0,02
Mn(t)	mg/L	0,2	0,2	0,181	0,166	0,176	0,017	0,055	0,001
Ni(t)	mg/L	0,2	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002
Pb(t)	mg/L	0,05	0,05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01
Se(t)	mg/L	0,02	0,05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02
Zn(t)	mg/L	2	24	0,007	0,021	0,017	0,014	0,018	0,005

Fuente: Resultados – CERTIMIN, ECA – MINAM

Cuadro N° 13.-Elementos que superan el ECA 3, Agua en las subcategorías D1 y D2. Parámetros de pH Fuente: Elaboración propia

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	Tipo de muestra	pH
A1	03/02/18	22:00	Agua superf. Afluente Qda. Lucma	8,71
A2	03/02/18	22:30	Agua superf. Afluente Qda. 2	8,71
A3	29/06/18	13:05	Agua superficial	8,37
A4	29/06/18	14:20	Agua superficial	8,84
A5	29/06/18	15:35	Agua superf. Afluente a Qda. 3	7,00
ECA 3, SUBCATEGORIA D1: Riego de vegetales				6.5-8.5
ECA 3, SUBCATEGORIA D2: Bebida de animales				6.5-8.4

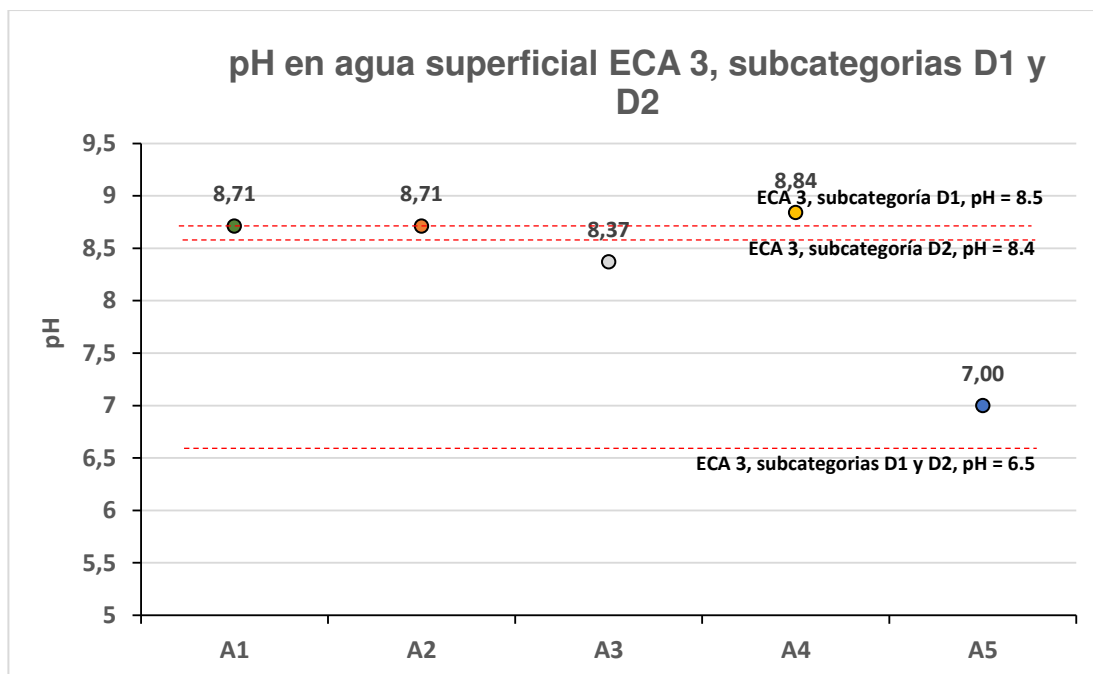


Gráfico N°10.-pH en agua superficial comparado con el ECA 3, subcategorías D1 y D2.
Fuente: Elaboración propia)

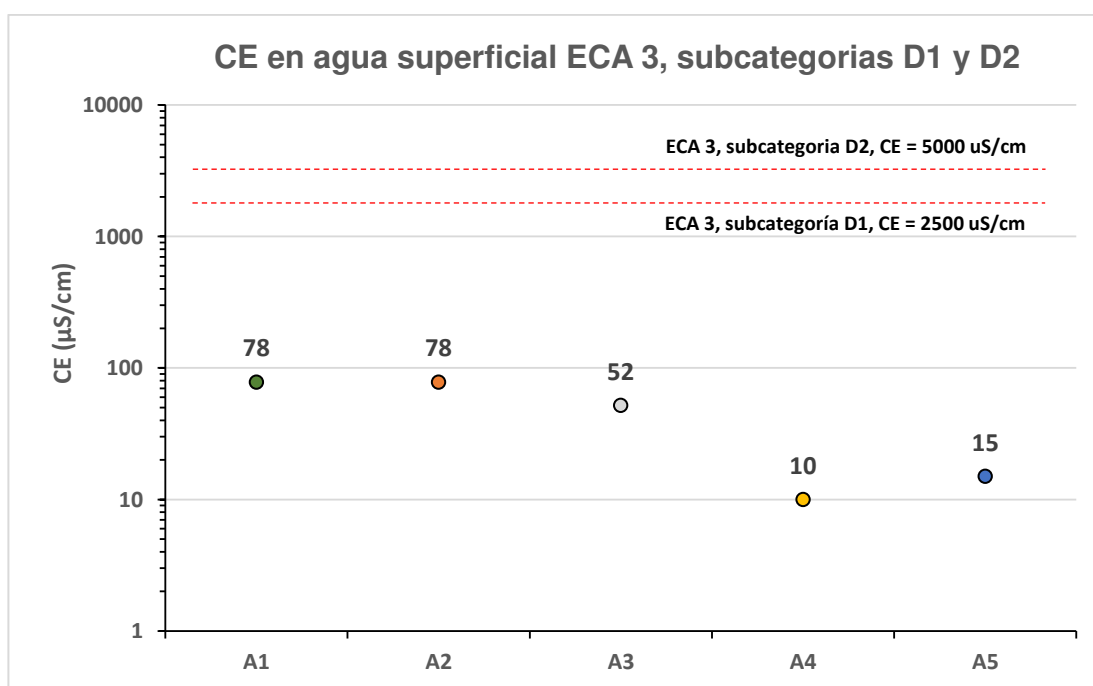


Gráfico N° 11.-Conductividad electrica en agua superficial comparado con el ECA 3, subcategorías, D1 y D2
Fuenet: Elaboración propia

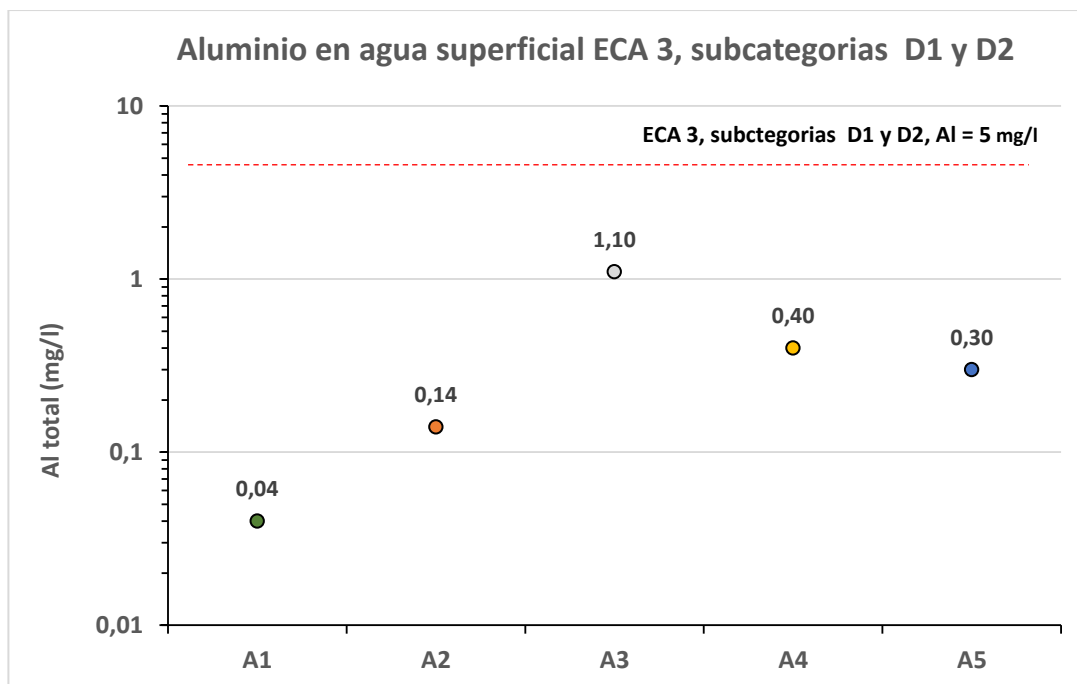


Grafico N° 12.-Aluminio total en agua superficial comparado con el ECA 3, subcategorias, D1 y D2.
(Fuente: Elaboración propia)

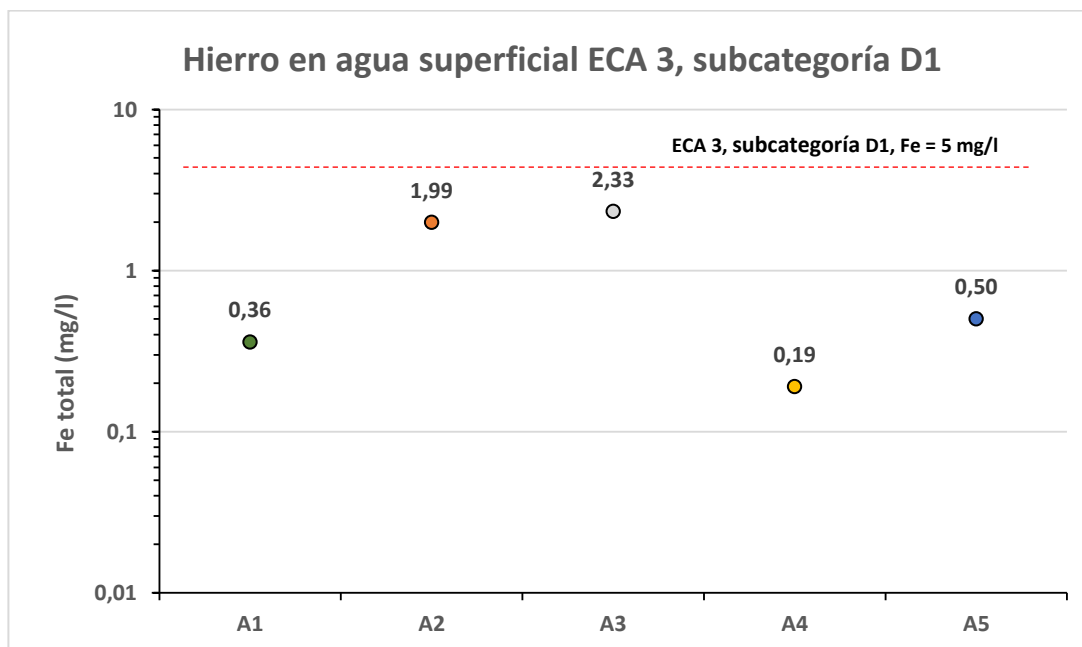


Grafico N° 13.-Hierro total en agua superficial comparado con el ECA 3, subcategoría, D1
(Fuente: Elaboración propia)

De igual, forma para visualizar las concentraciones de todos los elementos en un solo gráfico, considerados por el ECA 3 (exceptuando al pH); se elaboró los Gráficos 14, 15, donde ningún elemento supera el ECA 3 en ambas subcategorías. Sin embargo, se aprecia que los valores de manganeso total están muy cercanos al ECA 3 en D1 y D2 en ambos gráficos.

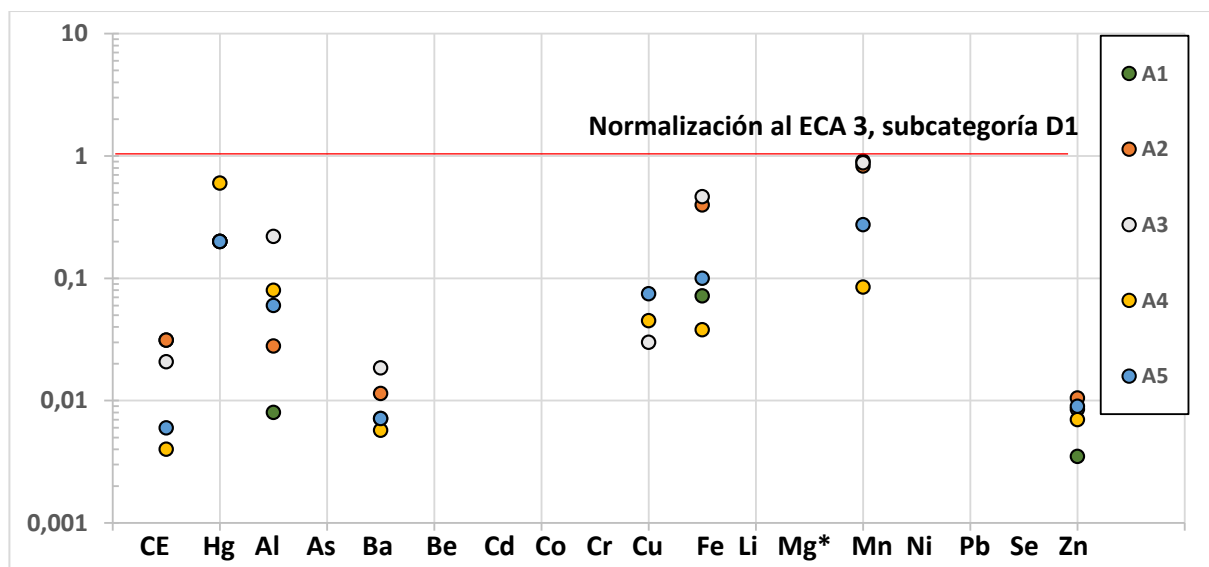


Gráfico N° 14.- Índices de contaminación en agua considerando el ECA3, subcategoría D1, (Fuente: Elaboración propia)

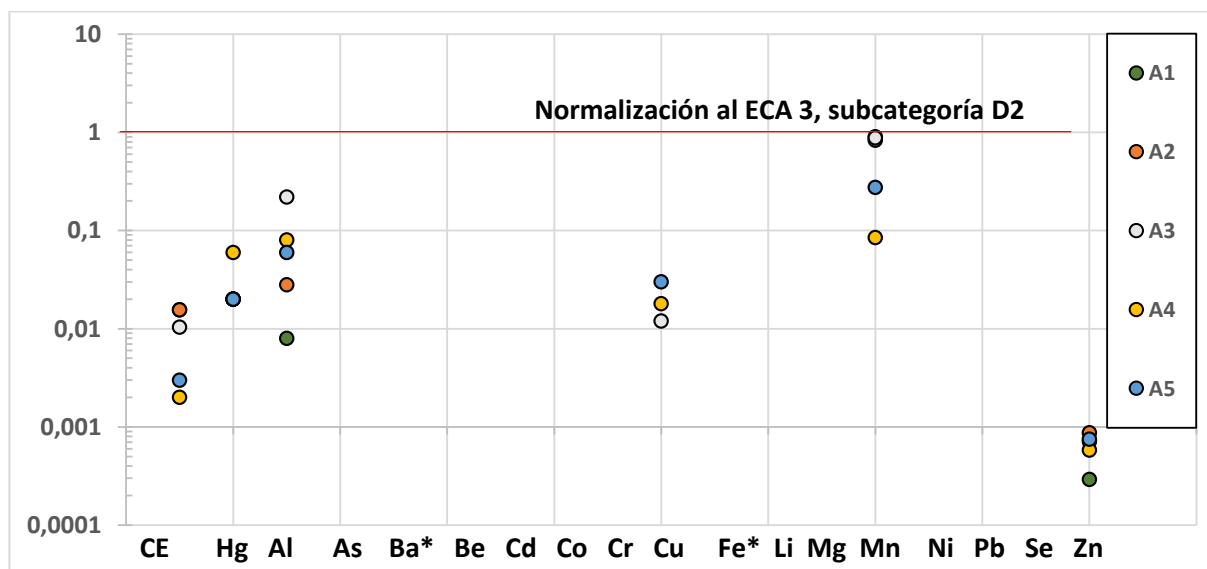


Gráfico N° 15.- Índices de contaminación en agua considerando el ECA3, subcategoría, D2, (Fuente: Elaboración propia)

Los resultados obtenidos muestran que las aguas superficiales tienen tendencia a ser aguas alcalinas, con pH mayores a 8.5 en las estaciones A1, A2 y A4. El contenido de hierro y aluminio es alto, muy probablemente inducido por las excavaciones y labores de extracción de carbón en los alrededores de Lucma, que genera principalmente, mayores contenidos de limos y arcillas que se trasladan suspendidos en las quebradas aguas debajo de las labores. Es importante resaltar, que la ingesta de aluminio en grandes cantidades de manera oral, pueden provocar irritación en el tracto gastrointestinal.

Además, existe una gran relación entre la alta concentración de aluminio en algunas regiones cerebrales en pacientes con Alzheimer, actualmente en investigación. El hierro, normalmente muy relacionando al manganeso, otorga color y sabor no deseable al agua de consumo. No es tóxico, sin embargo, elevadas concentraciones en el cuerpo humano producen hemocromatosis, una enfermedad grave que puede dañar los órganos del cuerpo.

Si bien es cierto, existe una concentración elevada de hierro y aluminio en el agua, se recomienda que se establezcan puntos de monitoreo y permanente supervisión para ver la evolución en la concentración de estos elementos y su relación con las actividades extractivas de carbón, a fin de preservar el medio ambiente.

5.3.- Análisis, interpretación y discusión de resultados para el suelo.

Los ECA del suelo, fueron implantados hace pocos años en el Perú (2013). Para este capítulo, se tomarán en cuenta dos normativas: la nacional considerando la Resolución Ministerial 012-2017-MINAM, cuyo objetivo es establecer los criterios para la gestión de sitios contaminados generados por actividades antrópicas los cuales comprende aspectos de evaluación y remediación; y la holandesa mediante la concentración de valor de fondo nacional (National Background Concentration). Con ello se pretende conocer el estado de contaminación y la influencia actual de la extracción de carbón en el medio ambiente, en el distrito de Lucma. Para ello, se tomaron 5 muestras de suelo en cinco estaciones (S1, S2, S3, S4, S5) en los meses de febrero y julio del 2018 (*Véase cuadro N° 8, Figura N° 7 Mapa de ubicación de muestras (estaciones) de suelo*)

Cuadro N°.8.- Obtención de muestras de suelos en el distrito de Lucma – Región La Libertad

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	Tipo Mtra.	Coord. Norte	Coord. Este	Descripción
				WGS-84	WGS-84	
S1	03/02/18	10:41	Suelo	9154213	773593	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S2	03/02/18	11:15	Suelo	9154334	772542	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S3	29/06/18	12:45	Suelo	9153355	774956	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S4	29/06/18	13:45	Suelo	9154460	774004	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S5	29/06/18	15:05	Suelo	9155267	772652	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón

Las muestras de suelo fueron analizadas en el laboratorio acreditado CERTIMIN, la cual considera 29 elementos (Hg, Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, V y Zn, (*Véase, cuadro 14*))

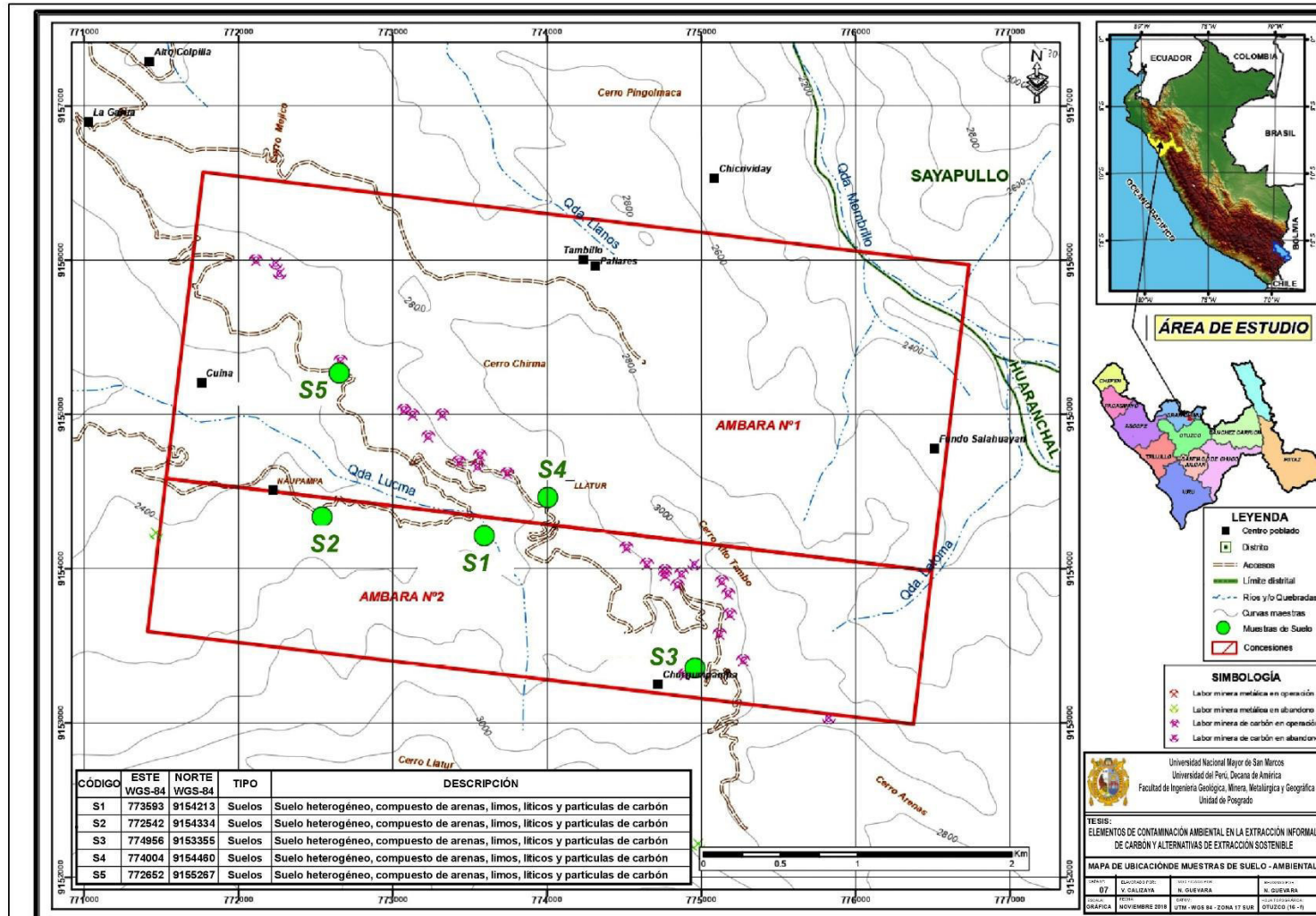


Fig. 7. Mapa de ubicación de muestras (Estaciones) de suelo – Ambiental

Cuadro 14.- Resultado químico de cinco muestras de suelos, (Fuente: CERTIMIN)

Estación de Monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	Límite de detección	Método
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		11:15	10:41	12:45	13:45	15:05		
Tipo		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos		
Hg	mg/Kg PS	0,28	0,2	0,22	0,08	0,33	0,01	MA0370
Ag	mg/Kg PS	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0,2	MA1124
Al	mg/Kg PS	4229	14671	8364	3400	7191	100	MA1124
As	mg/Kg PS	9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	0,2	MA1124
Ba	mg/Kg PS	18	64	28	8	38	1	MA1124
Be	mg/Kg PS	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0,4	MA1124
Bi	mg/Kg PS	<5.00	<5.00	<5	<5	<5	5	MA1124
Ca	mg/Kg PS	268	633	133	370	514	100	MA1124
Cd	mg/Kg PS	<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0,3	MA1124
Co	mg/Kg PS	9,24	33,01	4,58	1,93	4,4	0,04	MA1124
Cr	mg/Kg PS	3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	0,3	MA1124
Cu	mg/Kg PS	11,5	35,9	10,1	6,19	9,63	0,5	MA1124
Fe	mg/Kg PS	22695	58294	17043	5777	16579	100	MA1124
K	mg/Kg PS	335	530	324	349	529	100	MA1124
Mg	mg/Kg PS	690	1997	481	165	548	100	MA1124
Mn	mg/Kg PS	421	1073	374	170	363	2	MA1124
Mo	mg/Kg PS	0,27	0,72	0,41	<0.09	0,36	0,09	MA1124
Na	mg/Kg PS	<100	<100	<100	<100	<100	100	MA1124
Ni	mg/Kg PS	6	9	<1	<1	<1	1	MA1124
P	mg/Kg PS	309	939	420	166	379	100	MA1124
Pb	mg/Kg PS	6,9	36	11,5	4,7	13,3	0,3	MA1124
Sb	mg/Kg PS	11	124	<5	<5	<5	5	MA1124
Se	mg/Kg PS	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,9	MA1124
Sn	mg/Kg PS	<10	<10	<10	<10	<10	10	MA1124
Sr	mg/Kg PS	3,3	9,9	3,4	2,6	6,1	0,5	MA1124
Ti	mg/Kg PS	<100	184	<100	<100	119	100	MA1124
Tl	mg/Kg PS	0,17	0,36	0,32	0,24	0,23	0,03	MA1124
V	mg/Kg PS	15	48	21	5	21	2	MA1124
Zn	mg/Kg PS	38,9	113,3	30,4	15,9	42,7	0,5	MA1124

La estación **S1** (*Anexo de fotografías, Foto 7*), es una muestra de suelo compuesto de gravas areno limosas, con clastos de lutitas carbonosas, limolitas, y en menor proporción, de andesitas afaníticas. La estación **S2** corresponde a un talud en el corte de carretera (*Anexo de fotografías, Foto 8*), coluviales compuesto por bloques y gravas areno limosas, con fragmentos de lutitas carbonosas y limoarcillitas. La estación **S3**, corresponde a un suelo arenoso oscuro cubierto de pastizales (*Anexo de fotografías, Foto 9*), con escasos clastos de limoarcillitas, limolitas, areniscas y lutitas fisibles. La estación **S4**, corresponde a coluviales de areniscas blanquecinas principalmente, con gravas arenosas y algunos clastos de limolitas (*Anexo de*

fotografías, Foto 10). Finalmente, **S5**, muestra un suelo gravo arenoso marrón, con clastos de limolitas, limoarcillitas y lutitas carbonosas.

Con el análisis de muestras y resultados obtenidos aplicamos los estándares de calidad ambiental (ECA) para los suelos, apoyados además de otra normativa como es la holandesa la que nos parece de mucho interés y la hemos tenido en consideración para nuestro trabajo de investigación.

5.3.1 Normativa Peruana: Estándar de Calidad del Suelo para uso Comercial/industrial/extractivo

Para esta subcategoría, se comparó los resultados obtenidos con los seis parámetros considerados en la normativa peruana (ECA), (Hg, As, Ba, Cd, Cr y Pb,). Como se aprecia en los (**Cuadros, 15, 16**), ningún valor supera el límite considerado para dicha subcategoría, los valores están muy por debajo de lo establecido.

Cuadro 15.- Calidad del suelo comparados con los (ECA) Estándares de Calidad Ambiental - PERUANA. (Fuente: MINAM)

Estación de Monitoreo		Perú (RM 011-2017-MINAM)	S1	S2	S3	S4	S5	Límite de detección
Fecha			03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18	
Hora		Comercial /Industrial	11:15	10:41	12:45	13:45	15:05	
Tipo		/extractivo	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	
Hg	mg/Kg P S	24	0,28	0,20	0,22	0,08	0,33	0,01
As		140	9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	0,2
Ba		2000	18	64	28	8	38	1
Cd		22	<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0,3
Cr		1000	3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	0,3
Pb		800	6,9	36	11,5	4,7	13,3	0,3

Cuadro 16. Calidad del suelo comparado con la normativa peruana

Estación de monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	Límite de detección	Método
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		11:15	10:41	12:45	13:45	15:05		
Tipo		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos		
Hg	mg/Kg Ps	0,28	0,20	0,22	0,08	0,33	0,01	MA0370
As		9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	0.2	MA1124
Ba		18	64	28	8	38	1	MA1124
Cd		<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0.3	MA1124
Cr		3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	0.3	MA1124
Pb		6,9	36	11,5	4,7	13,3	0,3	MA1124

Fuente: Resultados – CERTIMIN, ECA -MINAM, 2013

En vista de esta situación y haciendo comparaciones con otros países tanto latinoamericanos como europeos en cuanto a estándares de calidad (ECA) visualizamos que Holanda es uno de los países con estándares más precisos como para tenerlos en consideración para nuestro trabajo de investigación haciendo de conocimiento que en cuanto al tipo de rocas (sedimentarias) como de ocurrencia mineral (depósitos minerales) es similar al distrito de Lucma, por ello se ha tenido en consideración esta norma.

Hay que indicar también que los límites de detección son muy inferiores a los de nuestro país lo que demuestra mayor conocimiento de todo el tipo de suelos que hay en el lugar e induce a tomarlos como ejemplo y en lo posible tratar de mejorar estos indicativos en nuestro país de manera oportuna en beneficio y mejora de nuestro medio ambiente y del íntegro del distrito de Lucma.

5.3.2 Normativa Holandesa: Concentración de valor de Fondo Nacional National Background Concentration (BC)

Holanda considerado entre los países bajos tiene un área de 7494 km², incluido zonas de aguas, y sólo 5488 km² de superficie en el cual afloran mayormente rocas sedimentarias, las más antiguas son rocas metamórficas del carbonífero (Paleozoico). La configuración geológica permitió que en el territorio existan importantes yacimientos de carbón e hidrocarburos (petróleo y gas).

En el mesozoico, se formaron rocas volcánicas en Zuidwal (hacia el norte de manera puntual), areniscas, arcillas, lignito, glaciares, glacio-fluviales, marinos y eólicos. Finalmente, los últimos 10 mil años fueron influenciados por la subida del nivel del mar, que modificó los materiales existentes y re-depositó materiales marinos más recientes, con bastante influencia de arcillas. Como se aprecia, el background de concentración geoquímica de suelos, es de contextos similar a la zona de estudio en Lucma, por la predominancia de rocas sedimentarias como areniscas, lutitas, arcillas y yacimientos de carbón.

Esta normativa considera un valor promedio, por el cual, por encima de dicho valor, las concentraciones de metales en el suelo deben de estudiarse para su caracterización, intervención y/o remediación. Para ello, se consideraron 17 elementos: Hg, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, y V (véase, cuadros, 17, 18)

Cuadro 17.- Normativa Holandesa, para análisis de 17 elementos

Estacion de Monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	National Background Concentration (BC)	Método
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		11:15	10:41	12:45	13:45	15:05		
Tipo		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos		
Hg	mg/Kg PS	0,28	0,20	0,22	0,08	0,33	0,3	MA0370
As		9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	29	MA1124
Ba		18	64	28	8	38	160	MA1124
Be		<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1,1	MA1124
Cd		<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0,8	MA1124
Co		9,24	33,01	4,58	1,93	4,4	9	MA1124
Cr		3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	100	MA1124
Cu		11,5	35,9	10,1	6,19	9,63	36	MA1124
Mo		0,27	0,72	0,41	<0.09	0,36	0,5	MA1124
Ni		6	9	<1	<1	<1	35	MA1124
Pb		6,9	36	11,5	4,7	13,3	85	MA1124
Sb		11	124	<5	<5	<5	3	MA1124
Se		<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,7	MA1124
Sn		<10	<10	<10	<10	<10	19	MA1124
Tl		0,17	0,36	0,32	0,24	0,23	1	MA1124
V		15	48	21	5	21	42	MA1124
Zn		38,9	113,3	30,4	15,9	42,7	140	MA1124

Cuadro N° 18.-Calidad del suelo comparado con la Normativa Peruana y Holandesa.

Estacion de Monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	Límite de detección	Método	Perú (RM 011-2017-MINAM)	Holanda
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18			Comercial /industrial/ extractivo	National Background Concentration (BC)
Hora		11:15	10:41	12:45	13:45	15:05				
Tipo		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos				
Hg	mg/Kg PS	0,28	0,20	0,22	0,08	0,33	0,01	MA0370	24	0,3
As		9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	0,2	MA1124	140	29
Ba		18	64	28	8	38	1	MA1124	2000	160
Be		<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0,4	MA1124		1,1
Cd		<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0,3	MA1124	22	0,8
Co		9,24	33,01	4,58	1,93	4,4	0,04	MA1124		9
Cr		3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	0,3	MA1124	1000	100
Cu		11,5	35,9	10,1	6,19	9,63	0,5	MA1124		36
Mo		0,27	0,72	0,41	<0.09	0,36	0,09	MA1124		0,5
Ni		6	9	<1	<1	<1	1	MA1124		35
Pb		6,9	36	11,5	4,7	13,3	0,3	MA1124	800	85
Sb		11	124	<5	<5	<5	5	MA1124		3
Se		<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,9	MA1124		0,7
Sn		<10	<10	<10	<10	<10	10	MA1124		19
Tl		0,17	0,36	0,32	0,24	0,23	0,03	MA1124		1
V		15	48	21	5	21	2	MA1124		42
Zn		38,9	113,3	30,4	15,9	42,7	0,5	MA1124		140

Según la normativa holandesa, las muestras u estaciones, **S3** y **S4** no superan en ningún parámetro, presentando valores por debajo del límite considerado. La estación S1 supera ligeramente en cobalto (9.24 mg/kg) y en antimonio 11 mg/kg, en estación S2 supera en 6 parámetros: arsénico, cobalto, molibdeno. Antimonio y vanadio, presentando 70.8, 33.01, 0.72, 124 y 48 mg/kg, respectivamente, siendo la estación que contiene mayor concentración de este parámetro. Por otro lado, existe 3.1 mg/kg de cadmio y 0.33 mg/kg de mercurio, en S5, superando la normativa mencionada.

De igual forma que para la calidad del suelo, se elaboró el Gráfico 16 donde se muestran los valores normalizados de todos los parámetros comparados con la normativa holandesa donde se observa que mercurio excede 1.10 veces en estación S5; arsénico excede en 2.44 veces en estación S2; cadmio 3.88 veces en estación S5; cobalto 1.03 y 3.67 veces en estaciones, S1 y S2 respectivamente, antimonio 3.67 y 41.33 veces en estación S1 y S2 respectivamente; y vanadio 1.14 veces en estación S2. De esto se concluye que estación S2 es el punto más impactado con mayor concentración de elementos que superan la normativa holandesa.

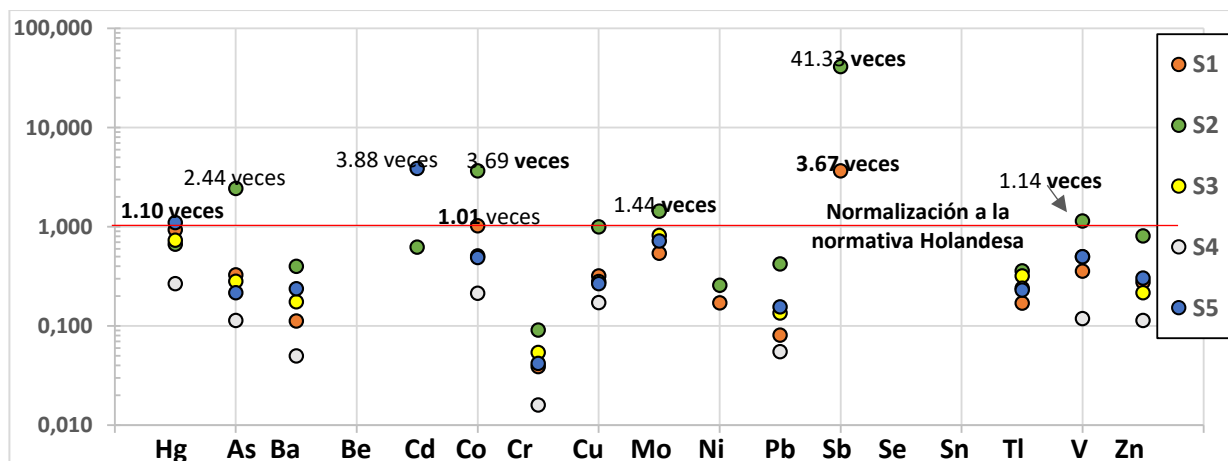


Gráfico N° 16.-Índices de contaminación en suelo considerando la Normativa Holandesa.
(Fuente: Elaboración propia)

Según la aplicación de la normativa holandesa para la localidad de Lucma, los elementos más contaminantes y en orden de prioridad son antimonio (Sb), cadmio (Cd), cobalto (Co), arsénico (As), molibdeno (Mo), vanadio (V) y mercurio (Hg). (Grafico 16)

Teniendo en consideración esta normativa haremos algunas relevancias en cuanto al arsénico y cobalto.

La presencia de arsénico (As). El Arsénico es el principal constituyente de más de 200 especies minerales, de las cuales aproximadamente el 60% son arsenatos, 20% sulfuros y sulfosales, el restante 20% incluye arseniuros, arsenitos, óxidos, silicatos y arsénico elemental. Es indicador de mineralización de oro. Se encuentra frecuentemente acompañado por antimonio.

El contenido de arsénico de la corteza terrestre está entre 1.5 y 2 mg/kg, siendo el elemento número veinte en la lista de los elementos más abundantes (N.A.S., 1977). La concentración promedio de arsénico en rocas ígneas y sedimentarias es 2 mg/kg, y en la mayoría de las rocas varía de 0,5 a 2,5 mg/kg, pero se ha encontrado concentraciones más elevadas en sedimentos arcillosos finos y fosforitas. Puede ser co-precipitado con hidróxidos de hierro y sulfuros en rocas sedimentarias. Depósitos de hierro, mineral de hierro sedimentario, y nódulos de manganeso son ricos en arsénico.

La concentración de arsénico en aguas frescas, típicamente oscila de 1-10 $\mu\text{g/L}$, elevándose a 100-5000 $\mu\text{g/L}$ en áreas de mineralización de sulfuros. La retención de arsénico en solución está asociada a la coprecipitación con elementos tales como Fe, Ba, Co, Ni, Pb, y Zn.

La mayor disponibilidad del arsénico en suelos arenosos, es cinco veces más disponible que en suelos arcillosos, se manifiesta en la alta correlación positiva que presenta este elemento con la fracción arena muy fina. Sin embargo, con las fracciones gruesas, grava, arena gruesa y arena muy gruesa, las correlaciones son negativas, así como con el porcentaje en carbonato cálcico.

La persistencia del arsénico en el suelo está controlada por la capacidad de adsorción del mismo y por las pérdidas que se puedan producir

tanto por lavado o lixiviación como por volatilización. Probablemente, un porcentaje elevado del arsénico añadido se perderá en forma de gas. Las características físicas y químicas del suelo son importantes para el control de su capacidad adsorbtiva y así pues afectarán la disponibilidad de arsénico a las plantas. (LOPEZ P, 1011, *Fitorremediación en los suelos de Mayoc, San Mateo, Huarochirí - Lima tesis para optar el Grado académico de Maestra en ciencias con mención en: Minería y Medio Ambiente – UNI*)

En cuanto al cobalto es un elemento que ocurre de forma natural en el medio ambiente en el aire, agua, suelo, rocas, plantas y animales. Este puede también entrar en el aire y el agua y depositarse sobre la tierra, también a través del viento y el polvo puede ingresar en la superficie del agua mediante la escorrentía por pequeñas quebradas, con la lluvia también puede transportar Cobalto.

El Cobalto no puede ser destruido una vez que este ha entrado en el medioambiente. Puede reaccionar con otras partículas o ser absorbido por las partículas del suelo o el agua. El Cobalto se mueve sólo bajo condiciones ácidas, pero al final la mayoría del Cobalto terminará en el suelo y sedimentos. De cualquier manera, y cuando ocurre alta concentración de Cobalto puede dañar la salud humana, relacionada con los pulmones, con asma y neumonía.

Por otra parte, los suelos cercanos a una actividad minera como en zonas donde existen fundiciones pueden contener muy altas cantidades de Cobalto, así que la toma de agua por los animales y alimento de plantas de

los mismos puede causar efectos sobre la salud. Recuperado de:
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/co.htm#ixzz5iYfRXhan>.

Estos elementos contaminantes nos sirven de referencia para tenerlos en consideración en la temática de nuestro trabajo, que de seguir y continuar con la extracción informal de carbón a un corto o mediano plazo el grado de contaminación en el agua como en el suelo puede ser preocupante y alarmante a la vez.

Se sugiere, además, reconsiderar los estándares de calidad ambiental del suelo, considerando en la normativa otros elementos químicos con potencial impacto en la salud y el ambiente. Del mismo modo, los valores de los ECA para los suelos de todo el Perú, deben ser más conservativos para el ambiente.

El **Al** en los vegetales, limita su crecimiento en suelos fuertemente ácidos por debajo de pH 5.0 (en ocasiones desde 5.5 de pH), reduce la profundidad de las raíces, aumenta la susceptibilidad a la sequía y decrece la utilización de los nutrientes del subsuelo.

El **Fe** en los vegetales es un elemento esencial, ya que las plantas no pueden realizar su ciclo vital en ausencia de este elemento (está involucrado en el metabolismo), pero el **Fe** en altas concentraciones reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos de las plantas.

5.4 Aplicación de la correlación de Pearson en la presente investigación

5.4.1. Análisis bivalente

Es el análisis de dos características y/o parámetros que tienen por finalidad ver la relevancia positiva o negativa muy cercanas a 1, 0, -1. Para nuestro caso es considerar como referencia a los elementos químicos que han sido tomados en consideración para el análisis de agua y suelos respectivamente en nuestro tema de estudio.

5.4.2. Coeficiente de correlación de Pearson

Este método bivalente se aplica para describir el grado de relación entre dos parámetros analizados. Un alto coeficiente de relación, con valores cercanos a 1 (o -1, correlación inversa), indica una buena relación entre las dos variables, por el contrario, un valor próximo a cero indica una ausencia de relación.

Para este estudio se definirá ciertos rangos referenciales, un $r > |0,90|$ para indicar una muy alta correlación, $r > |0,75|$ una alta correlación, $r > |0,50|$ una moderada correlación, $r > |0,25|$ una correlación débil, $r > |0,10|$ una correlación muy débil y en el intervalo donde $r > |0,10|$ y 0 no existe correlación alguna entre variables.

5.4.2.1. Estaciones de agua

La tabla 1, muestra correlaciones positivas, en general, para el pH-B, pH-Na, CE-B, CE-Ca, CE-Mg, CE-Sr, Al-Ba, CE-B, Ca-Mg, entre otros, los cuales nos indican que dos elementos se incrementan y/o elevan, por ende, son directamente proporcionales. De igual forma, se tienen correlaciones negativas ya sea para los analitos pH-Cu, CE-Hg, CE-K y otros, nos indican que son inversamente proporcionales (Tabla 1). El análisis principal en cuanto a relación de parámetros fisicoquímicos y analitos lo muestra la CE con los elementos mayoritarios, los cuales en su mayoría proporcionan las sales disueltas en el agua.

Tabla 1. Coeficiente de correlaciones de Pearson para estaciones de agua.

	Ln_pH	Ln_CE	Ln_Hg	Ln_Al	Ln_Ba	Ln_B	Ln_Ca	Ln_Cu	Ln_Fe	Ln_K	Ln_Mg	Ln_Mn	Ln_Na	Ln_SiO2	Ln_Sr	Ln_Zn
Ln_pH	1	0.389	0.366	-0.219	0.094	0.552	0.374	-0.776	0.008	0.258	0.122	0.118	0.503	0.047	0.306	-0.329
Ln_CE	0.389	1	-0.714	-0.439	0.580	0.928	0.984	-0.676	0.638	-0.513	0.944	0.951	0.847	0.365	0.987	-0.219
Ln_Hg	0.366	-0.714	1	0.237	-0.548	-0.513	-0.702	-0.066	-0.660	0.681	-0.860	-0.877	-0.476	-0.324	-0.764	-0.041
Ln_Al	-0.219	-0.439	0.237	1	0.472	-0.595	-0.587	-0.930	0.317	0.703	-0.473	-0.296	-0.144	0.032	-0.482	0.646
Ln_Ba	0.094	0.580	-0.548	0.472	1	0.341	0.431	-0.719	0.939	0.067	0.514	0.683	0.690	0.424	0.533	0.415
Ln_B	0.552	0.928	-0.513	-0.595	0.341	1	0.953	-0.890	0.333	-0.384	0.879	0.822	0.671	0.060	0.939	-0.550
Ln_Ca	0.374	0.984	-0.702	-0.587	0.431	0.953	1	-0.603	0.507	-0.594	0.952	0.920	0.772	0.295	0.986	-0.340
Ln_Cu	-0.776	-0.676	-0.066	-0.930	-0.719	-0.890	-0.603	1	-0.555	-0.816	-0.354	-0.439	-0.889	0.115	-0.574	0.281
Ln_Fe	0.008	0.638	-0.660	0.317	0.939	0.333	0.507	-0.555	1	-0.225	0.564	0.729	0.798	0.683	0.574	0.549
Ln_K	0.258	-0.513	0.681	0.703	0.067	-0.384	-0.594	-0.816	-0.225	1	-0.590	-0.522	-0.368	-0.498	-0.531	0.015
Ln_Mg	0.122	0.944	-0.860	-0.473	0.514	0.879	0.952	-0.354	0.564	-0.590	1	0.976	0.654	0.198	0.981	-0.311
Ln_Mn	0.118	0.951	-0.877	-0.296	0.683	0.822	0.92	-0.439	0.729	-0.522	0.976	1	0.749	0.324	0.965	-0.125
Ln_Na	0.503	0.847	-0.476	-0.144	0.690	0.671	0.772	-0.889	0.798	-0.368	0.654	0.749	1	0.725	0.752	0.229
Ln_SiO2	0.047	0.365	-0.324	0.032	0.424	0.060	0.295	0.115	0.683	-0.498	0.198	0.324	0.725	1	0.246	0.725
Ln_Sr	0.306	0.987	-0.764	-0.482	0.533	0.939	0.986	-0.574	0.574	-0.531	0.981	0.965	0.752	0.246	1	-0.318
Ln_Zn	-0.329	-0.219	-0.041	0.646	0.415	-0.550	-0.340	0.281	0.549	0.015	-0.311	-0.125	0.229	0.725	-0.318	1

Leyenda

$r \leq 0.9$	$r < 0.9 \text{ a } 0.75]$	$r < 0.75 \text{ a } 0.5]$	$r < 0.5 \text{ a } 0.25]$	$r < 0.25 \text{ a } 0.1]$	$[-0.1 \text{ a } -0.25 > r]$	$[-0.25 \text{ a } -0.5 > r]$	$[-0.50 \text{ a } -0.75 > r]$	$[-0.75 \text{ a } -0.9 > r]$	$-0.9 \geq r$
--------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	---------------

5.5.- Pruebas de hipótesis

5.5.1. Resultados en relación a la hipótesis específica 1 (a)

En la hipótesis específica 1(A) se plantea

La determinación de los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón por la presencia de sulfuros, hierro y aluminio permitirá conocer los niveles de contaminación en el agua.

A través de esta caracterización de calidad del agua se sugiere implementar una red de monitoreo y supervisión permanente de aguas en la quebrada Lucma y alrededores, a fin de que pueda conocerse la variación de concentración estacional y temporal acorde con la extracción de carbón.

Como es de conocimiento de la investigación de los elementos contaminantes en el agua en la localidad de Lucma, hemos llegado a identificar dos esenciales elementos que sobrepasan los estándares de calidad como son el Aluminio (**Al**) y el Hierro (**Fe**) en proporciones ligeras a medianas en relación al agua superficial (agua potable) de uso poblacional.

La normativa peruana (ECA) no encuentra elementos contaminantes para las aguas de bebidas de animales y riego de vegetales debido a que los resultados se encuentran por debajo de los límites considerados.

En el trabajo de investigación se comprueba que si hay elementos contaminantes en el agua como son el aluminio (Al) y el hierro (Fe).

Para el caso de aluminio (Al), tomar concentraciones en exceso de Aluminio puede causar efectos serios en la salud humana, como es el caso del daño al sistema nervioso central, trayendo consigo, pérdida de la memoria, apatía, problemas en los riñones. También suele encontrarse alto contenido de aluminio en aguas contaminantes provenientes de labores mineras en operación. *WRIGHT J, (2003). Química Medioambiental.*

En cuanto al hierro (Fe), no se debe inhalar concentraciones excesivas de óxido de hierro en la parte interior de labores mineras incluso en antiguas y/o abandonadas porque puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.

Teniendo en consideración los elementos contaminantes de aluminio (Al) y hierro (Fe) para el agua en base a la fuente de información del laboratorio certificado CERTIMIN, se sugiere que inmediatamente se inicie un riguroso monitoreo de aguas en todo el distrito de Lucma antes que proliferen otros elementos contaminantes en esta actividad informal.

5.5.2 Resultados en relación a la hipótesis específica 2(b)

En la hipótesis específica 2(b) plantea:

La determinación de elementos de contaminación en la Extracción Informal de carbón por material particulado, sulfuros y elementos pesados, permitirá conocer los elementos de contaminación en los suelos.

Es de conocimiento que la normativa peruana (ECAs) no revela elementos contaminantes para los suelos bajo los elementos, Hg, As, Ba, Cd, Cr y Pb, por lo que indica que esta normatividad (ECA), requiere ser revisada al más corto tiempo en concordancia con los ECA de los países vecinos (Chile, Argentina) en beneficio de nuestro país y en conocimiento integral de los diferentes suelos que poseemos, como en consideración especial los del distrito de Lucma.

Debido a esta deficiencia y preocupación se ha considerado la normativa holandesa basada en las características litológicas y de presencia carbonífera que tiene el país europeo de Holanda en relación al distrito de Lucma de la región La Libertad. En función y bajo el amparo a esta normatividad se aprecia que, en el distrito, puede haber o existir al cercano plazo contaminación ambiental referido a los elementos de, Hg, Cd, Co, Mo, Sb, y V.

En base a lo dicho hay que indicar que en la estación S1 supera ligeramente en cobalto (9.24 mg/kg), en estación S2 supera en 4 parámetros: arsénico, cobalto y vanadio, presentando 70.8, 33.01 y 48 mg/kg, respectivamente. Por otro lado, existe 3.1 mg/kg de cadmio en estación S5, superando la normativa mencionada y siendo la muestra que contiene mayor concentración de este parámetro.

Haciendo una referencia sobre el Cadmio puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre, siempre ocurre en combinación con el Zinc. El Cadmio también se encuentra en las industrias como inevitable subproducto del Zinc, Plomo y Cobre. *EMSLEY J, (2001). Guía de los elementos de la A a la Z.*

En cuanto a salud, la gente que respira Cadmio este puede dañar severamente los pulmones, incluso causar la muerte. Otros efectos sobre causados por el Cadmio son, diarreas, dolor de estómago y vómitos severos, fractura de huesos, daño al sistema nervioso central.

Al igual que el aluminio y hierro contamina el agua similarmente puede suceder con los vegetales.

El **Al** en los vegetales, limita su crecimiento en suelos fuertemente ácidos por debajo de **pH** 5.0 (en ocasiones desde 5.5 de pH), reduce la profundidad de las raíces, aumenta la susceptibilidad a la sequía y decrece la utilización de los nutrientes del subsuelo. El **Fe** en los vegetales es un elemento esencial, ya que las plantas no pueden realizar su ciclo vital en ausencia de este elemento (está involucrado en el metabolismo), pero el **Fe** en altas concentraciones reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos de las plantas.

Por ahora sabemos que los suelos del distrito de Lucma se encuentran leve a moderadamente contaminados y que el contenido de hierro que hay en la zona no excede las concentraciones del caso pero eso no significa que hay que descuidar la zona en lo relacionado a la informalidad de extracción de carbón, más bien hay que tomar las iniciativas de manera inmediata para monitorear, supervisar y controlar esta actividad al más corto plazo bajo la responsabilidad y seriedad de acción de las autoridades competentes que en este caso recaen en el Gobierno Regional y el Ministerio de Energía y Minas.

5.5.3 Resultados en relación a la hipótesis específica 3(c)

En la hipótesis específica 3(c) plantea:

Determinar alternativas sostenibles mediante mejoras para la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma, permitirá reducir la contaminación ambiental.

Para iniciar una extracción sostenible de mineral de carbón en el distrito de Lucma y reducir la contaminación ambiental hay que tener en consideración elementos de apoyo, y la aplicación de uso de los mismos.

El agua de mina debe ser tratada técnicamente para evitar contaminación ambiental al producirse mezcla de agua, carbón, suelos y sulfuros en suspensión que se produce en interior y exterior mina, provoca contaminación a riachuelos y quebradas que se ubican entre y al entorno del distrito de Lucma.

Evaluar y controlar de manera adecuada el drenaje ácido de rocas (DAR) debido a la presencia de sulfuros y otros que trae consigo el carbón, mineral que está expuesto al aire y/o agua tanto en interior como en exterior mina, el descuido y abandono por las autoridades competentes resulta y genera contaminación ambiental.

Minimizar el material particulado mediante uso de agua de mina y/o de quebradas aledañas para el roseado permanente en zonas donde se dispara y extrae mineral como en zonas donde hay acumulamiento de mineral (canchas) fuera de mina. No controlar este efecto nocivo de gases del carbón (monóxido de

carbono) el resultado es el daño a la salud del trabajador como del comunero del distrito de Lucma.

De usar energía en interior mina hay que reducir el consumo para evitar emisiones de gases debido a que muchas galerías existentes de profundidades variables no cuentan con una ventilación adecuada. (Recuperado de <https://es.wikipedia.org>)

Siempre y obligatoriamente tanto en interior o exterior mina se deben usar los implementos de seguridad la falta de ello genera accidentes incluso fatales. Este fenómeno ocurre en especial con el ingreso de trabajadores que no conocen esta actividad, además y casi siempre con personal de menor edad.

Los elementos de contaminación ambiental como el aluminio (Al) y hierro (Fe) referidos al uso de agua para uso poblacional deben ser controlados, supervisados y monitoreados de manera permanente por las autoridades competentes con la finalidad de disminuir y/o eliminar la contaminación ambiental en el distrito de Lucma y alrededores.

Proponer estas alternativas sostenibles de mejoras para empezar una extracción sostenible y responsable de carbón en el distrito de Lucma debe ir acompañada y difundida ampliamente con el clúster de todas las pequeñas empresas que hay en el distrito y en la provincia Gran chimú, ya que en este sector (Cuenca carbonífera del Chicama) se concentran el mayor número de pequeños mineros y mineros artesanales, formales como informales.

Se espera que lo planteado y con el apoyo responsable del Ministerio de Energía y Minas, Gobierno Regional de La Libertad y gobiernos locales, dirijan,

controlen, supervisen y monitoreen esta actividad tratando siempre en el bienestar y salud del comunero del lugar como también en defensa y protección del medio ambiente.

5.6.- Presentación de resultados

Para los fines de la investigación en la tesis denominada Elementos de Contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón y alternativas de extracción sostenible, en el distrito de Lucma, provincia Gran chimú - LA LIBERTAD, pondremos a disposición las análisis y resultados en original de cinco muestras en cinco estaciones de agua (A1 - A5) y cinco muestras en cinco estaciones de suelos (S1 –S5) realizados en el laboratorio certificado y acreditado de la ciudad de Lima - CERTIMIN (Anexos de cuadros), se adjunta adicionalmente los estándares de calidad (ECA) del País como los Estándares de Calidad de Holanda actualizados.

CAPITULO VI. IMPACTOS

6.1.- Propuesta para la solución del problema.

¿Es posible determinar los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma mediante monitoreos periódicos y basado en los resultados proponer alternativas para una extracción minera sostenible y reducir los niveles de contaminación en el distrito de Lucma?

Se ha determinado que en la localidad de Lucma – provincia Gran chimú – Región La LIBERTAD existen dos elementos contaminantes, el aluminio (Al) y Hierro (Fe) en el agua para uso poblacional, basado en la norma peruana (ECA), por lo que se requiere empezar al más corto tiempo tomar las precauciones del caso para vigilar, monitorear y supervisar la extracción informal de carbón sin esperar que esta situación aumente y/o se incrementen otros elementos contaminantes.

Para los suelos la normativa peruana (ECA) no define elementos contaminantes y solamente está basada en evaluar seis elementos, como el Mercurio (Hg), Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb), referido para suelo comercial / Industrial / Extractivo (Normativa – RM-012 – 2017 – MINAM). Norma que a mi parecer requiere ser evaluada, analizada y actualizada y remplazada al acorde de nuestros tiempos y ser cotejada con otras normativas de países sudamericanos como europeos en beneficio del país

teniendo en consideración los diferentes tipos de suelos y en especial a suelos del distrito de Lucma.

Debido a ello hemos visto pertinente considerar la Normativa Holandesa basada en contener una litología similar y evidencia de fuentes carboníferas parecidas al distrito de Lucma. Producto de su aplicación se percibe contaminación ambiental en los elementos de antimonio (Sb), cadmio (Cd), cobalto (Co), arsénico (As), molibdeno (Mo), vanadio (V) y mercurio. Elementos que hay que tenerlos muy presente para el futuro inmediato que de continuar con la extracción informal de carbón parte o gran parte de estos elementos estarían presentes incrementándose notablemente en el distrito generándose así una alarmante y agresiva contaminación ambiental.

En vista de esta situación y tratando de dar solución al problema, sugiero y recomiendo a las entidades competentes emprender un trabajo técnico y ambientalmente responsable para supervisar y revisar todas las tierras de cultivo que se encuentran entre y alrededor del distrito de Lucma. De igual manera se recomienda monitorear permanente la actividad de aguas superficiales tanto de consumo humano como para el uso de animales y plantas.

También es de interés mencionar que para obtener una extracción minera sostenible y responsable se debe empezar aperturando y/o abriendo labores subterráneas en lugares aparentes basado en un enfoque técnico profesional y de manera correcta, manejando adecuadamente el uso de explosivos, controlando y minimizando el material particulado, usando apropiada y

responsablemente los elementos de seguridad, controlando y apoyando técnicamente la comercialización del carbón, además se requiere controlar y supervisar permanente el transporte de mineral. Con lo mencionado y otras necesidades que se requieran más adelante, lograr reducir y si fuera posible eliminar los elementos de contaminación en el distrito de Lucma y alrededores.

Todo lo mencionado y con miras hacia el futuro la municipalidad de Lucma como la provincia, Gran Chimú deben preparar y planificar sus necesidades y contar oportunamente con sus presupuestos para los años venideros para la toma de personal técnico y especializado para cubrir las áreas de medio ambiente para protección del agua y suelos respectivamente, como también contar con personal especializado que vigile, controle y supervise permanentemente la extracción informal de carbón.

6.2.- Costos de la Implementación de la propuesta

En función a las necesidades para cada sector y actividad se debe contar con el personal necesario y suficiente el mismo que debe ser tomado lo más pronto posible para monitorear, remediar, subsanar o eliminar el grado de contaminación ambiental que hay en sector.

Se debe considerar en un inicio a 10 profesionales técnicos en consideración, 3 para el área de salud, 3 para la supervisión de suelos o terrenos del distrito y 4 personas destinadas al control y supervisión de apertura y cerrado de labores mineras no autorizadas. Cada personal técnico debe tener un sueldo

inicial de S/.2000.00 (Dos mil 00/100 soles) mensual incluyendo 2 aportes adicionales por fiestas patrias y navidad al año, lo que arrojaría un monto de S/.28.000 (Veinte ocho mil 00/100 soles) por trabajador, que en el total de 10 de ellos, arrojaría un monto de S/. 280.00 (Doscientos ochenta 00/100 soles) monto que debe ser cargado al Gobierno Regional de la Libertad para el área de la Pequeña minería y minería artesanal en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas, destinado en especial al Distrito de Lucma en sus áreas de medio ambiente - salud (Posta médica) y administración – Logística.

El presupuesto además debe cubrir toda una logística integral (apoyo policial, autoridad legal, viáticos varios, para el traslado de personal y movilidad a la región de La Libertad o Lima, preparación, análisis y resultados de análisis de muestras de agua y suelos si fuera necesario en las ciudades de Trujillo o Lima respectivamente, preparación de informes técnicos permanentes y mensuales, etc.

6.3.- Beneficios que aporta la propuesta

De ser tomadas todas las acciones bajo un contexto responsable, de compromiso y de manera oportuna por las autoridades competentes, el distrito en su conjunto mejoraría su entorno ambiental en beneficio y satisfacción de la comunidad, en consideración especial a la salud de los niños y personas adultas por el uso de agua de uso poblacional y en cuanto a la protección y cuidado de los suelos en mejora de sus cultivos de pan llevar con ello y como resultado,

lograr una mejor alimentación, salud, mejora del medio ambiente y bienestar integral del distrito de Lucma.

La formalización al pequeño minero como minero artesanal debe continuar de manera responsable bajo la dirección y supervisión de las autoridades competentes. Producto de la realización de una buena gestión regional y local será el resultado de mejora en esta actividad informal para luego pasar a dar inicio de una extracción minera sostenible y responsable.

Concluir también con este importante trabajo es en beneficio propio como también ser compartido con las autoridades municipales de la provincia Gran Chimú y distrito de Lucma por esta razón donare dos ejemplares de tesis para las áreas de medio ambiente de ambas municipalidades, la cual le sirva como fuente de consulta y como una herramienta de trabajo de campo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La determinación de los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma ha permitido conocer los elementos de contaminación que hay en el sector mediante un análisis de cinco muestras de agua (A1-A5) y cinco muestras de suelos (S1-S5) en un laboratorio acreditado y certificado de la ciudad de Lima.
2. Los Impactos en el agua para consumo poblacional por contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón en el distrito de Lucma, recaen en 2 elementos principales que son el (Al) y el hierro (Fe), basado en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del MINAM, mientras que para las aguas correspondiente a bebida de animales y riego de vegetales los valores se encuentran por debajo de los límites considerados.
3. Los impactos en los suelos y basados en (ECA) del MINAM están por debajo de los límites permisibles por los que no son considerados para este fin, más bien nos hemos basado en la normativa holandesa por ser la más referente y adecuada en cuanto a su litología y presencia carbonífera con el distrito de Lucma e indica los elementos contaminantes en, As, Cd, Co, Hg, Sb, y V. Además, estos elementos contaminantes según la normativa holandesa se convierten en una alerta importante para considerarlo y aplicarlo en nuestra normativa peruana luego de una

revisión acorde a nuestra realidad y características de la variedad de suelos que poseemos.

4. Los resultados del pH que varía de 7 a 8.84 (medio alcalino – neutro-básico) y la Conductividad eléctrica (CE) que va de 10 a 78 $\mu\text{S}/\text{cm}$ son indicadores de una actividad de aguas de quebradas intermitentes de bajo caudal en la actualidad, pero las mismas pueden aumentar con el tiempo.
5. Con la apertura adecuada de labores subterráneas en zonas aparentes, la conservación y uso adecuado de explosivos e implementos de seguridad, con el control y la minimización de material particulado, la comercialización de carbón de manera adecuada y el control rígido de mineral se logrará, establecer una extracción minera sostenible y responsable.

RECOMENDACIONES

1. Los elementos contaminantes en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma deben ser analizados y evaluados mediante monitoreos periódicos, una constante supervisión y un debido control por las autoridades competentes, debido a la presencia de sulfuros, hierro, aluminio, hierro, material particulado y otros elementos.
2. Los elementos de contaminación ambiental en la extracción informal de carbón en el distrito de Lucma, como el aluminio (Al) y hierro (Fe) en el uso de agua poblacional deben ser analizados y evaluados con la finalidad de realizar trabajos de remediación coordinados por las entidades responsables como lo es el Ministerio de energía y Minas, Gobierno Regional de la Libertad y gobiernos locales como Gran Chimú y distrito de Lucma.
3. Los resultados obtenidos para establecer la calidad del suelo por el momento no superan los ECAs, sin embargo, para la normatividad holandesa algunos de los resultados si superan los límites establecidos como es el caso de As, Cd, Co, Hg, Sb, y V. Estos elementos en mención hay que tenerlos en consideración con una visión a corto plazo e iniciar un control y supervisión permanente de todas las áreas de cultivo que se encuentran entre y en los alrededores del distrito de Lucma.
4. Se propone que el MINAM revise legal y técnicamente la normativa peruana en cuanto a los ECAs de suelos compartiendo con mayores elementos que generan un potencial impacto negativo en la salud y el

ambiente, similar al de los países vecinos como Chile y Argentina u otros países europeos, basado en nuestras propias características y variedad de suelos de nuestro país.

5. Para establecer una extracción minera sostenible, responsable y reducción de la contaminación ambiental en el distrito de Lucma, se recomienda aperturar (abrir) adecuada y técnicamente labores subterráneas en zonas aparentes, hacer uso apropiado de explosivos e implementos de seguridad, control y minimización de material particulado, la comercialización de carbón se debe manejar técnica, comercial y legalmente y finalmente controlar de manera rígida el mineral a beneficio local y provincial del sector.
6. Es recomendable que esta tesis denominada "Elementos de Contaminación Ambiental en la Extracción Informal de carbón y Alternativas de Extracción Sostenible" sea de uso de las municipalidades del distrito de Lucma como de la provincia Gran Chimú como una fuente de consulta como también como una herramienta para los trabajos de campo en agua y suelos principalmente. En tal sentido se donará dos ejemplares al área de medio ambiente de cada Municipalidad.

RERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABUSADA, R, 10.01.2017), El Comercio), *Pequeña minería y minería artesanal*),
- ALAN H. LOCKWOOD, MD FAAN, KRISTEN WELKER-HOOD, SCD
MSN RN, MOLLY RAUCH, MPH, BARBARA GOTTLIEB, Nov. 2009,
Informe, El Impacto del Carbón sobre la Salud Humana
- ÁLVAREZ, J; SOTERO, V; BRACK, A, IPENZA, C. 2011. Minería aurífera en
Madre de Dios y contaminación con mercurio, río Huaypetuhe - Madre de
Dios.
- ANNDER-EGG, E, (1983), Técnicas de investigación social. Humanitas, Buenos
Aires.,
- ARISTIZABAL, 2013. Estudio de Impacto Ambiental para la explotación minera
informal de oro a pequeña escala, río Saldaña - Colombia.
- BENAVIDES, V (1956), Estudió el Grupo Geológico Goyllarisquizga
- BENAVIDES (1956). Formación Santa – Carhuaz de edad Cretáceo inferior (Ki -
saca), descrita bajo esta nominación en el Callejón de Huaylas.
- CARRASCAL R &. MATOS C. (oct.2000). El Carbón en el Perú
- CORCUERA CESAR, 2015. Tesis, Impacto de la contaminación de la minería
informal en el cerro el Toro – Huamachuco – La Libertad.
- Estudio de la Minería Ilegal en el Perú (XXVIII Convención Minera (2007) Estudio
de la Minería Ilegal en el Perú: Repercusión para el sector minero. Lima).
- CASTRO V. (03/2008). Principio de los métodos de explotación
- COSSÍO A. y JAEN H. (1967). Boletín N° 17 Geología de los cuadrángulos de
Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa

- ESCUADERO J, (1979), Recursos totales de carbón
- DÁVILA J. (2006), Diccionario Geológico, Español - Inglés
- DIARIO OFICIAL EL PERUANO (30/09/2005). DS N°008-2005-TR. Plan Nacional de Prevención y erradicación del trabajo infantil.
- DS – 012-2017- MINAM. Gestión de suelos contaminantes
- GONZÁLEZ CÁCERES MARIBEL, ABRIL JENNYFER, set. 2009, Tesis, Condiciones de salud y trabajo en la mina de carbón el Samán, Municipio de Sardinata (norte de Santander) – Bogotá – COLOMBIA.
- HORNA, C, (2015), Tesis Impacto de la contaminación de la minería informal en el cerro El Toro – Huamachuco), Impacto en las aguas al extraer informalmente carbón, recuperado de (<https://es.wikipedia.org>),
- KERLINGER, 2012, Investigación del Comportamiento – IV Edición (Karl Pearson, 2030), Coeficientes de correlación
- MENDIOLA ALFREDO, CARLOS AGUIRRE, YERALÍ CHERO, NISSEL CHURAMPI, JAVIER QUISPE, RODRIGO SEDANO, 2013. (Explotación del carbón antracita: viabilidad del yacimiento Huayday-Ambara),
- MEM, (2000), Plan referencial de minería, 2000 – 2009
- MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING. Version Februari, (2010), 4ta Edition. Rumtelike Ordening en Milienbeheer – NORMATIVA HOLANDESA,
- MINAM (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del agua del 2017 para las categorías 1 y 3 (Decreto Supremo N° 004 -2017 – MINAM)
- MINAM (2013). ECA del suelo Resolución Ministerial 012-2017 – MINAM, Comprende aspectos de evaluación y remediación.
- MORALES, J, (2012). Aspectos legales e institucionales de la pequeña minería y la minería artesanal en Madre de Dios.

MTC. (2014). Dirección de caminos y Ferrocarriles (2014). Manual de carreteras.

Diseño Geométrico – DG - 2014

LOAYZA E, (2017). Tesis Diseño e implementación del plan de manejo ambiental para el mejoramiento de la producción de oro y prevenir la contaminación de la pequeña minería y minería artesanal en la concesión Taipe Ira Rima.

LOPEZ. P, 1011, Fitorremediación en los suelos de Mayoc, San Mateo, Huarochirí - Lima tesis para optar el Grado académico de Maestra en ciencias con mención en: Minería y Medio Ambiente – UNI)

STAPPENBECK, R, (1929), Estudió la Formación Geológica Chicama)

TORIBIO FELIX, 2010, Tesis, Nuevo yacimiento epitermal de oro de alta sulfuración en el sur del Perú Reyes 1980, Estudió, Formación Geológica Chicama. Perú (XXVIII Convención Minera (2007) Estudio de la Minería Ilegal en el Perú: Repercusión para el sector minero. Lima).

XXVIII CONVENSIÓN MINERA (2007). Estudio de la Minería Ilegal en el Perú. Recuperación para el sector minero.

INTERNET.

Recuperado de:

<https://www.mienergia.gob.co/document>. Guías de Seguridad para ventilación de minas subterráneas.

<https://es.wikipedia.org>. Objetivos de la minería de carbón.

www.psr.org/coalreport. Contaminación del agua potable.

<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cd.htm#ixzz618KjR06b>.

ANEXO DE MAPAS

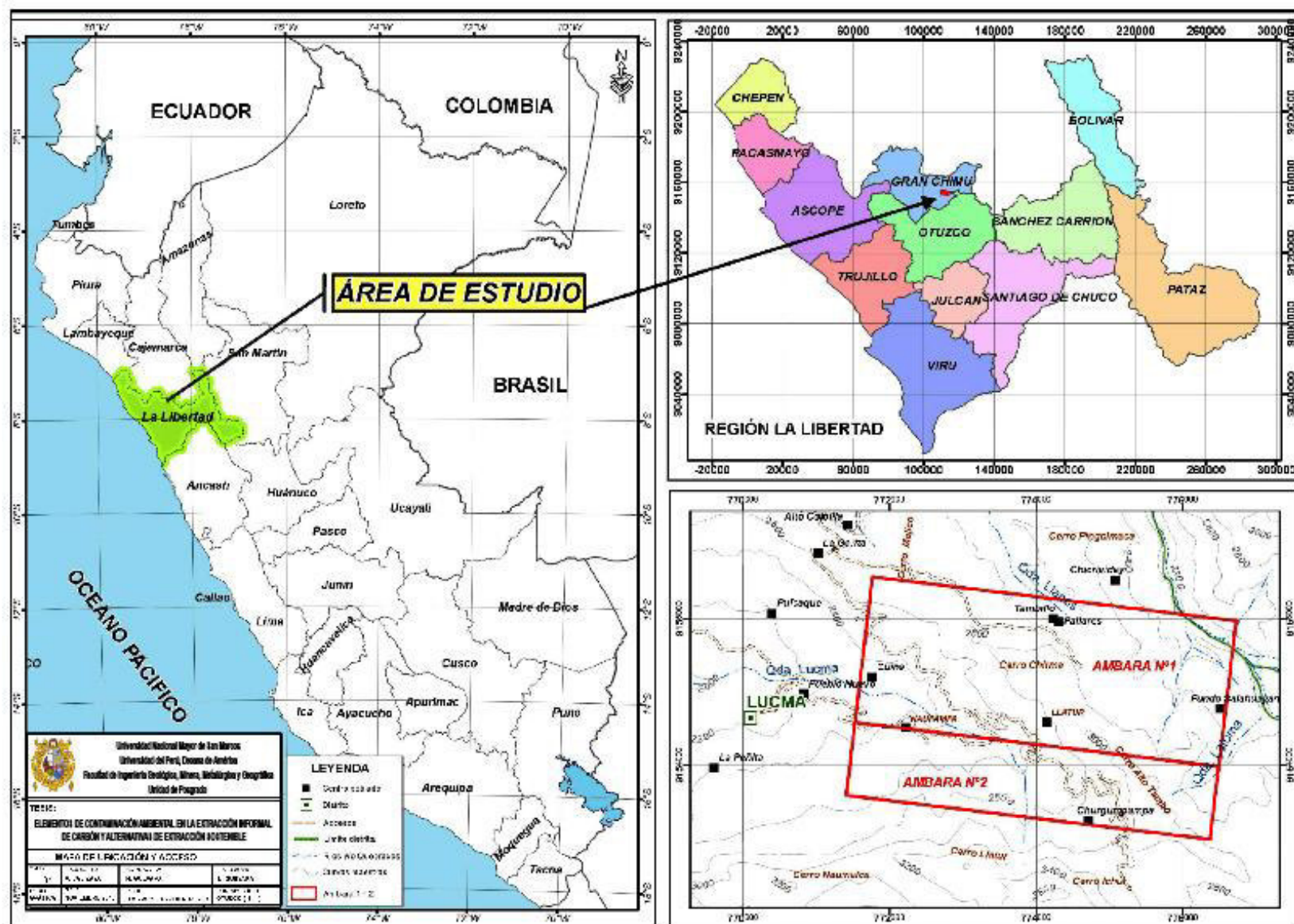


Fig. N° 1. Mapa de ubicación y acceso

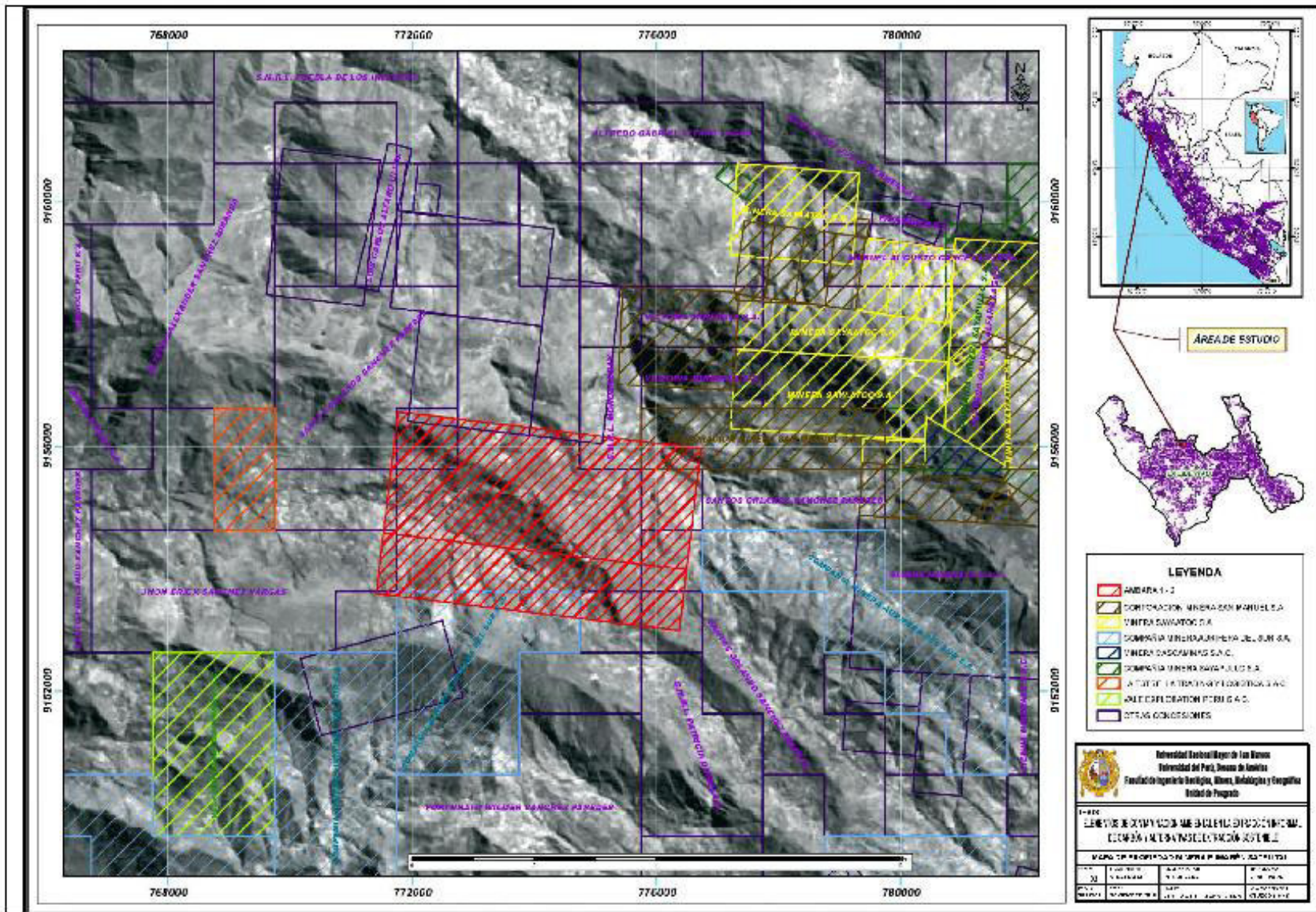


Fig. 2 Mapa de Propiedad Minera e imagen satelital

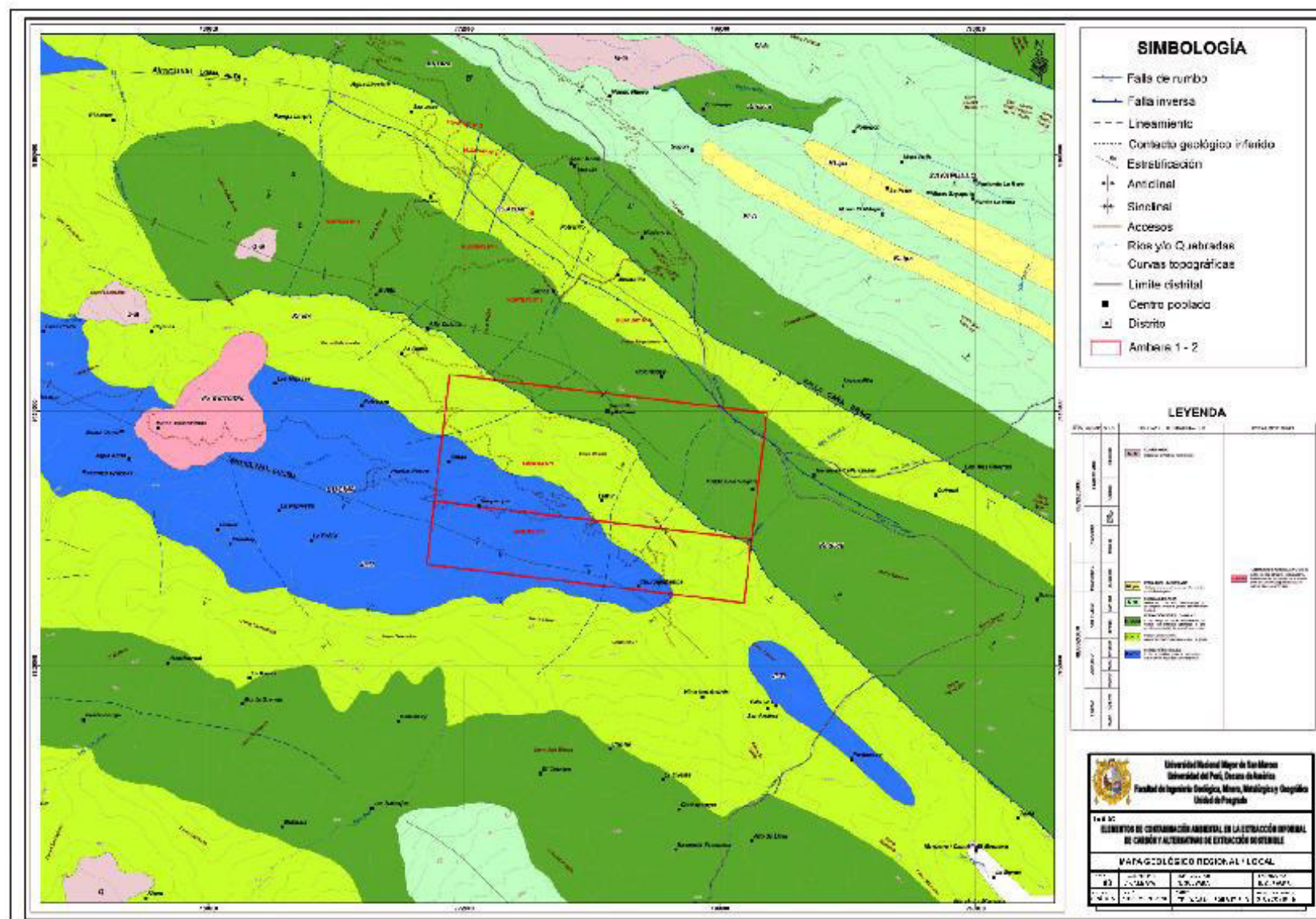


Fig.3 Mapa Geológico Regional / Local

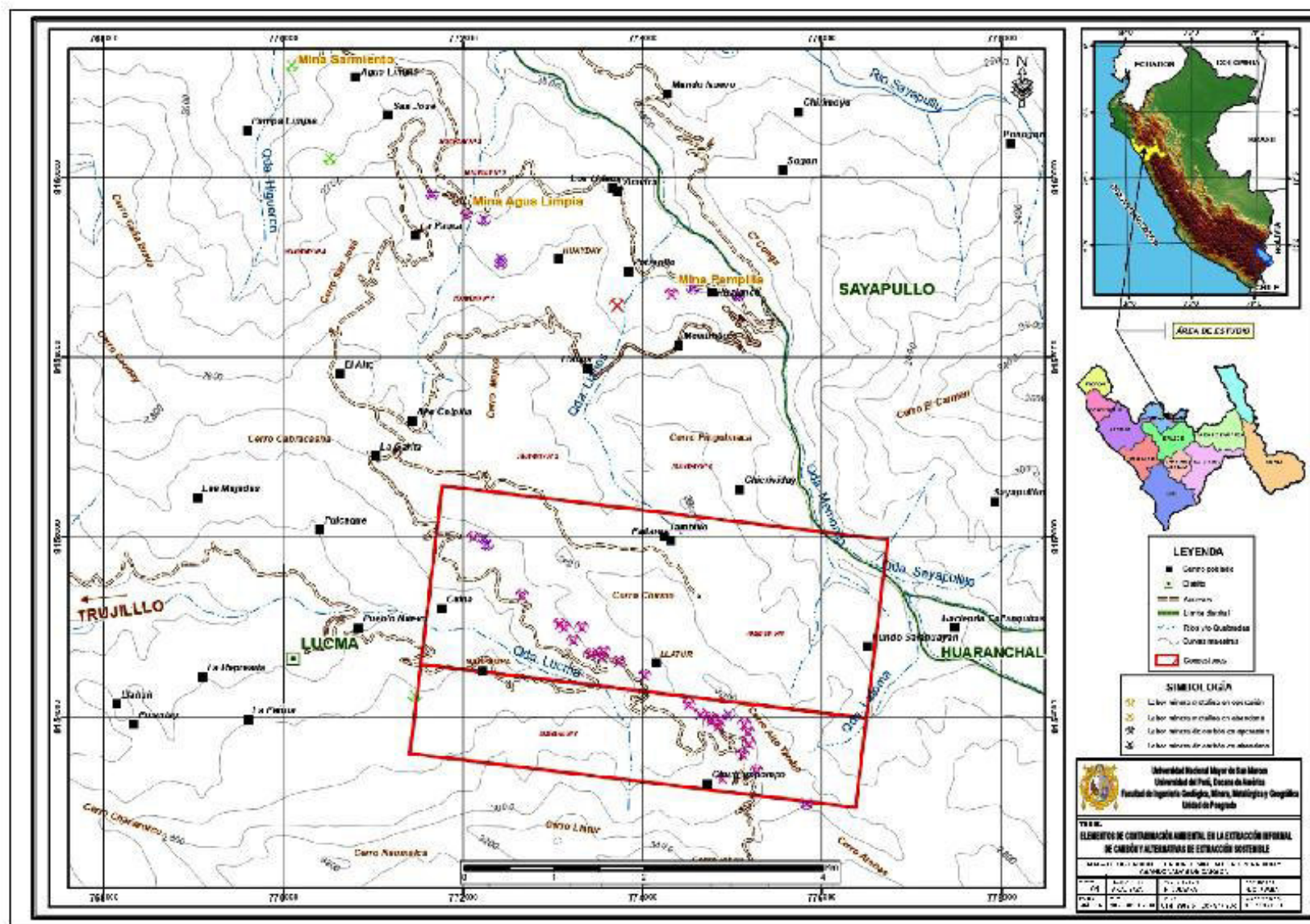


Fig. 4 Mapa de ubicación de labores mineras en operación y abandonadas de carbón

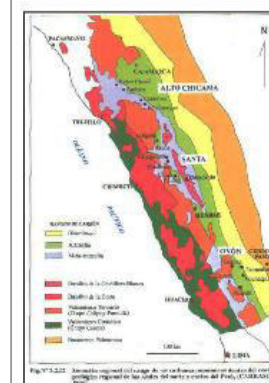


Fig. 5 Mapa de Ocurrencias de carbón en la Cuenca Alto Chicama.

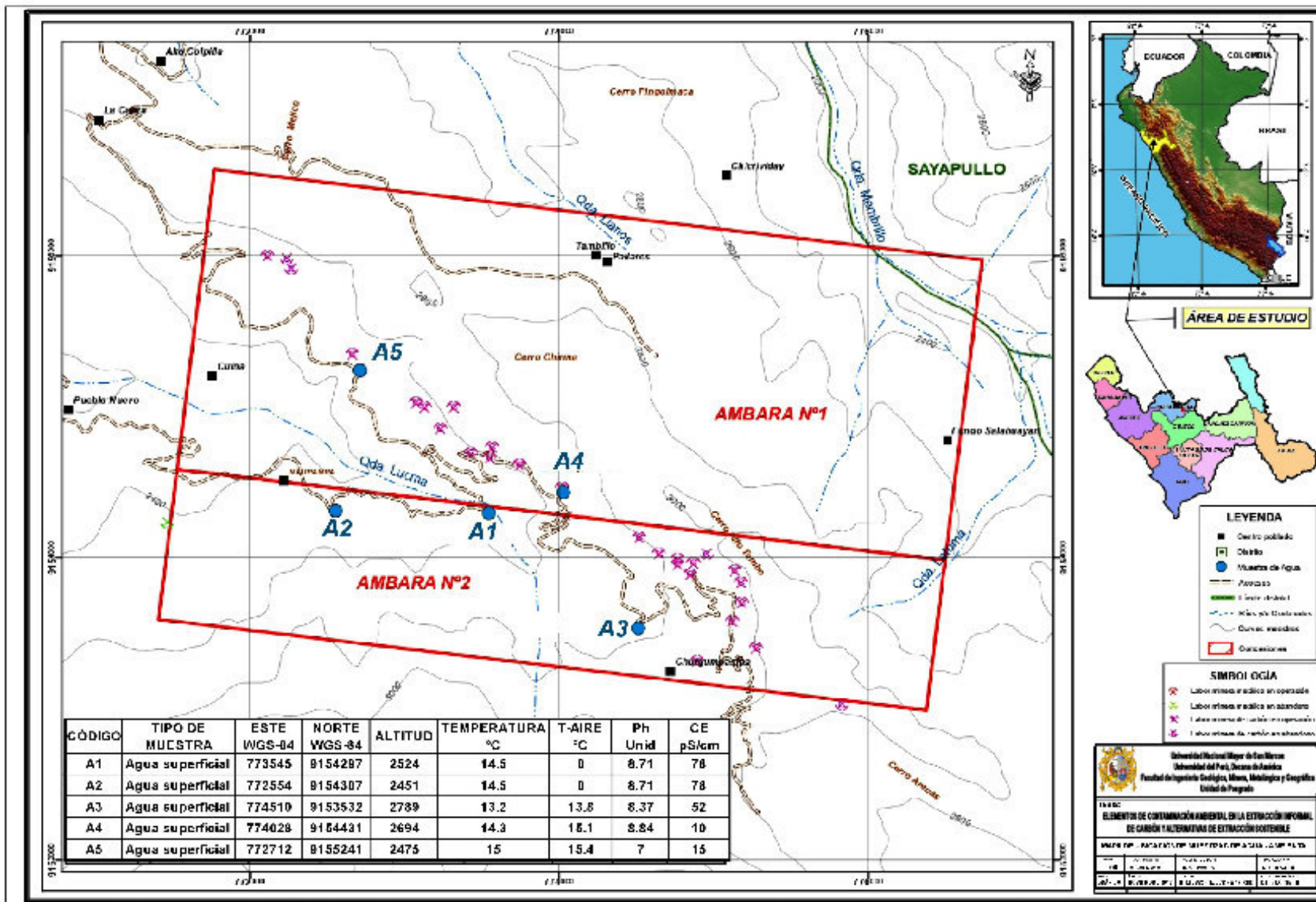


Fig. 6 Mapa de ubicación de muestras (Estación de monitoreo) de agua - Ambiental

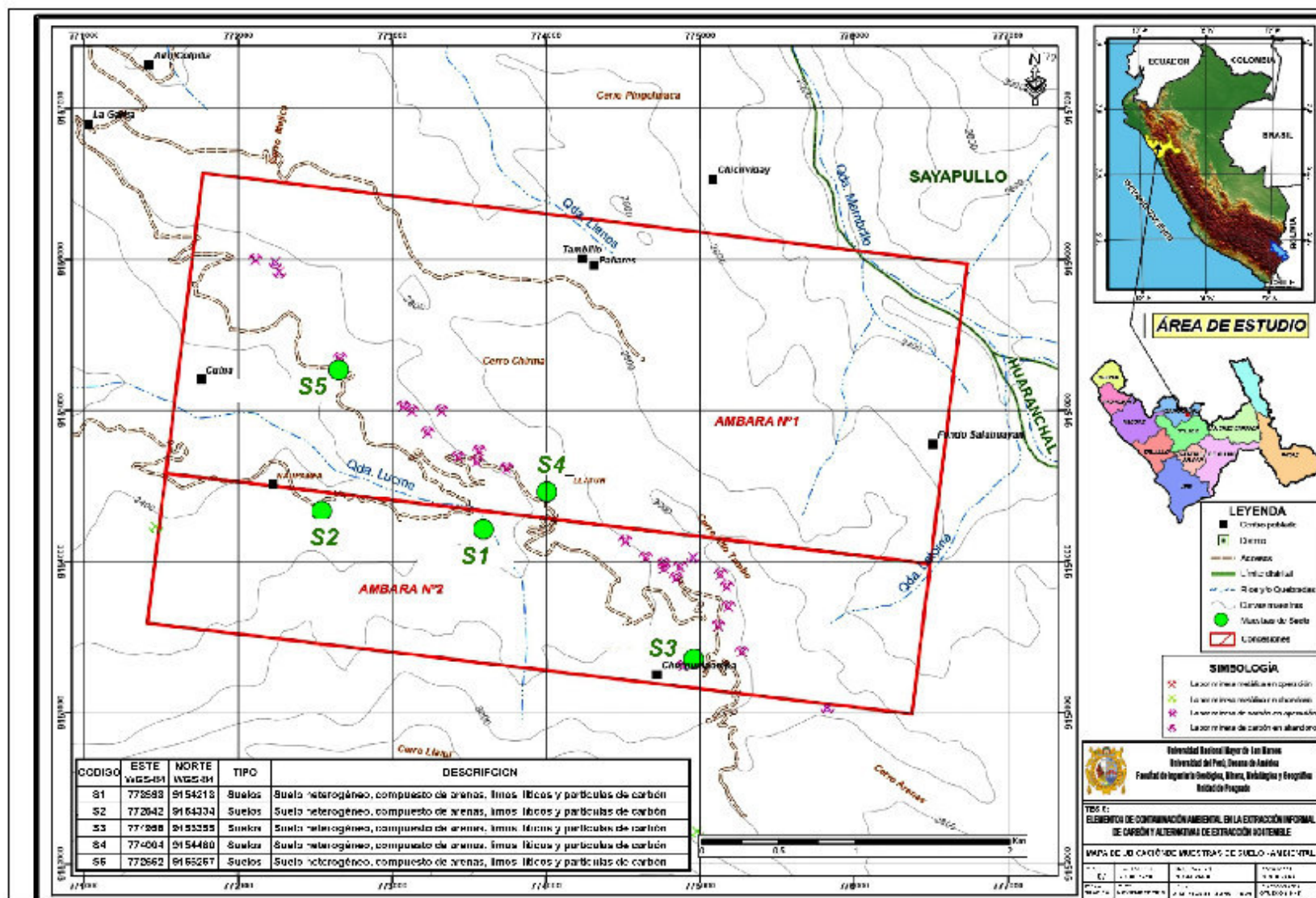


Fig. 7. Mapa de ubicación de muestras (Estación de monitoreo) de suelo – Ambiental

ANEXO DE CUADROS

Cuadro N° 3: Reservas de carbón en la cuenta Alta Chicama.

Sector		ECONÓMICAS			NO ECONÓMICAS		
		Probadas	Probables	Posibles	Probadas	Probables	Posibles
A	NO de Alto Chicama	1'660,019	3'421,734	17'009,345	12,719	13,272	14,378
B	NE de Alto Chicama	720,765	1'749,305	6'396,314	68,256	137,420	218,190
E	Yanahuanca, Graciela	5'006,166	6'193,986	63'178,416	138,036	329,430	1'971,880
F	Los Andes, La Victoria, Julio César, José Antonio	5'549,489	7'475,842	64'465,849	34,839	225,071	3'157,235
G	Shulcahuanca	5'878,296	8'025,103	34'900,461	339,834	427,103	1'696,085
H	Tres Amigos, Callacuyán	6'408,006	7'612,794	25'186,749	243,604	394,834	1'526,280
Subtotal		25'222,741	34'478,764	211'137,134	837,288	1'527,130	8'584,048
Total parcial		270'838,639			10'948,466		
Total general		281'787,105					

Fuente: Kopex-Universal Engineering Corporation, 1982.

Cuadro N° 4. Recurso y potencial de carbón del distrito de Lucma – Concesiones, Ambara 1, Ambara 2

Zona	Recurso inferido	Potencial	Total
Ambara 1, 2	297,000	277,500	574, 500
TOTAL			574,500

Fuente: LATIN PACIFIC CAPITAL (2009)

Cuadro N° 5.- Presupuesto para desarrollo de tesis.

Ítem	Gabinete	Campo	Monto S/.
Gastos de trámites administrativos y de logística en general	Reconocimientos, documentos, diplomas, copias ejemplar tesis, etc.		8,000.00
Vehículo x 25 días		Camioneta 4 x 4	8,000.00
Combustible		X 25 días	2500.00
Personal (2)		X 25 días	2500.00
Hospedaje		X 25 días	1250.00
Alimentación		X 25 días	1250.00
Información variada, planos, copias	Trabajo de gabinete	Para trabajo de campo	500.00
Laboratorio, análisis	Muestras de agua y suelos	10 muestras (5 agua), 5 suelos	3200.00
Imprevistos 10%	Gabinete	Campo	3880.00
TOTAAL	GABINETE	CAMPO	31,080.00
			S/.31,080.00

Cuadro N° 6.- Cronograma de actividades, trabajo de tesis

Cuadro N° 19. Resultados de agua superficial – Laboratorio – CERTIMIN, Fecha 03/02/2018



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1065.R18



Página 2 de 7

RESULTADOS

Muestras				Elementos																
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MON0000 Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA0112 Hg (t) mg/L 0.0001	MA0122 Ag (t) mg/L 0.002	MA0122 Al (t) mg/L 0.02	MA0122 As (t) mg/L 0.008	MA0122 Ba (t) mg/L 0.001	MA0122 Be (t) mg/L 0.0003	MA0122 Bi (t) * mg/L 0.02	MA0122 B (t) mg/L 0.003	MA0122 Ca (t) mg/L 0.05	MA0122 Cd (t) mg/L 0.001	MA0122 Ce (t) mg/L 0.02	MA0122 Co (t) mg/L 0.002	MA0122 Cr (t) mg/L 0.004	MA0122 Cu (t) mg/L 0.003	MA0122 Fe (t) mg/L 0.01	MA0122 K (t) mg/L 0.01	MA0122 Li (t) mg/L 0.004
1	Lucma1 Ambara I	2018-02-03 22:00	Agua Superficial	0.0002	<0.002	0.04	<0.008	0.005	<0.0003	<0.02	0.047	8.81	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	<0.003	0.36	0.54	<0.004
2	Lucma2 Ambara I	2018-02-03 22:30	Agua Superficial	0.0002	<0.002	0.14	<0.008	0.008	<0.0003	<0.02	0.024	6.55	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	<0.003	1.99	0.41	<0.004

Muestras proporcionadas por el cliente.

(LUC-A001, LUC-A002) -> Lucma1 Ambara 1, Lucma2 – Ambara2

Lucma1 Ambara1 -----> Reemplazado por **A1**
Lucma2 Ambara 1 -----> Reempazado por **A2**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1065.R18



Página 3 de 7

Muestras		Elementos																	
N°	codigo de servicio elemento unidad limite de detección en	MA0122 mg (t) mg/L 0.02	MA0122 mg (t) mg/L 0.001	MA0122 mg (t) mg/L 0.004	MA0122 mg (t) mg/L 0.01	MA0122 mg (t) mg/L 0.002	MA0122 mg (t) mg/L 0.04	MA0122 mg (t) mg/L 0.01	MA0122 mg (t) mg/L 0.008	MA0122 mg (t) mg/L 0.02	MA0122 mg (t) mg/L 0.02	MA0122 mg (t) mg/L 0.007	MA0122 mg (t) mg/L 0.007	MA0122 mg (t) mg/L 0.01	MA0122 mg (t) mg/L 0.05	MA0122 mg (t) mg/L 0.003	MA0122 mg (t) mg/L 0.003	MA0122 mg (t) mg/L 0.003	MA0122 mg (t) mg/L 0.006
1	Lucma1 Ambara I	5.00	0.101	<0.004	1.52	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	5.70	<0.007	0.0500	<0.01	<0.05	<0.003	0.007		
2	Lucma2 Ambara I	2.06	0.103	<0.004	3.14	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	12.00	<0.007	0.0351	<0.01	<0.05	<0.003	0.021		



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1065.R18



Página 4 de 7

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA0112 Hg (t) mg/L 0.0001	MA0122 Ag (t) mg/L 0.002	MA0122 Al (t) mg/L 0.02	MA0122 As (t) mg/L 0.008	MA0122 Ba (t) mg/L 0.001	MA0122 Be (t) mg/L 0.0003	MA0122 Bi (t) * mg/L 0.02	MA0122 B (t) mg/L 0.003	MA0122 Ca (t) mg/L 0.05	MA0122 Cd (t) mg/L 0.001	MA0122 Ce (t) mg/L 0.02	MA0122 Co (t) mg/L 0.002	MA0122 Cr (t) mg/L 0.004	MA0122 Cu (t) mg/L 0.003
1	Adición (% Recup.)	105.0	93.5	94.9	93.4	93.8	93.6	88.0	110.4	92.7	89.0	94.0	89.6	91.4	91.2
2	Adición (% Recup.)	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	105.0	92.8	90.0	96.8	99.6	98.6	90.0	109.4	98.7	113.4	100.0	97.2	114.8	114.6
5	STD - Rango (%)	84.0-116.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	Lucma2 Ambara I (Original)	0.0002	<0.002	0.14	<0.008	0.008	<0.0003	<0.02	0.024	6.55	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	<0.003
7	Lucma2 Ambara I (Dup)	0.0002	<0.002	0.14	<0.008	0.008	<0.0003	<0.02	0.025	6.86	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	<0.003
8	Blanco	<0.0001	<0.002	<0.02	<0.008	<0.001	<0.0003	<0.02	<0.003	<0.05	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	<0.003

SE ENVÍO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1065.R18



Página 5 de 7

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA0122 Fe (t) mg/L 0.01	MA0122 K (t) mg/L 0.01	MA0122 Li (t) mg/L 0.004	MA0122 Mg (t) mg/L 0.02	MA0122 Mn (t) mg/L 0.001	MA0122 Mo (t) mg/L 0.004	MA0122 Na (t) mg/L 0.01	MA0122 Ni (t) mg/L 0.002	MA0122 P (t) mg/L 0.06	MA0122 Pb (t) mg/L 0.01	MA0122 Sb (t) mg/L 0.008	MA0122 Se (t) mg/L 0.02	MA0122 SiO2 (t) mg/L 0.02	MA0122 Sn (t) mg/L 0.007
1	Adición (% Recup.)	94.0	94.4	97.2	90.9	90.6	94.2	94.0	89.0	96.8	86.0	92.2	90.0	91.6	96.8
2	Adición (% Recup.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	100.0	94.3	102.4	86.9	101.4	89.0	91.3	97.6	96.8	112.0	85.0	90.0	90.0	96.0
5	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	Lucma2 Ambara I (Original)	1.99	0.41	<0.004	2.99	0.166	<0.004	3.14	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	12.80	<0.007
7	Lucma2 Ambara I (Dup)	2.10	0.43	<0.004	3.16	0.173	<0.004	3.29	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	13.20	<0.007
8	Blanco	<0.01	<0.01	<0.004	<0.02	<0.001	<0.004	<0.01	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	<0.02	<0.007

SE ENVÍO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1065.R18



Página 6 de 7

N°	Muestras QC		Elementos				
	Codigo de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD		MA0122 Sr (t) mg/L 0.0007	MA0122 Ti (t) mg/L 0.01	MA0122 Tl (t) mg/L 0.05	MA0122 V (t) mg/L 0.003	MA0122 Zn (t) mg/L 0.005
1	Adición (% Recup.)		95.2	96.0	92.0	93.6	88.6
2	Adición (% Recup.)		--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)		85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)		102.2	86.0	98.0	100.8	92.0
5	STD - Rango (%)		85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	Lucma2 Ambara I (Original)		0.0351	<0.01	<0.05	<0.003	0.021
7	Lucma2 Ambara I (Dup)		0.0367	<0.01	<0.05	<0.003	0.022
8	Blanco		<0.0007	<0.01	<0.05	<0.003	<0.005

VALE CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE*



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1065.R18



Página 7 de 7

MÉTODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

N°	Descripción		
	Análisis	denominación	cod. serv
			(1) - norma o referencia
1	Hg(II)	Mercurio total	MA0112
			SMEWW 22nd Ed. 2012, Part 3112 G, APHA- AWWA- WEF, Metals by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method.
2	Metales Totales	Metales Totales	MA0123
			EPA, Method 200.7, Revision 4.4, Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
 APHA: American Public Health Association.
 AWWA: American Water Works Association.
 WEF: Water Environment Federation.
 EPA: Environmental Protection Agency.
 ASTM: American Society for Testing and Materials.
 ISO: International Organization for Standardization.
 NTP: Norma Técnica Peruana.
 NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

VALE CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE*

Cuadro N° 20. Resultados de suelos – Laboratorio – CERTIMIN, Fecha 03/02/2018



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1066.R18



Página 2 de 7

RESULTADOS

Muestras		Elementos															
N°	codigo de servicio elemento unidad limite de detección LD	MA0000 fecha muestreo	MA0000 tipo muestra	MA0000 mg mg/kg PS 0.01	MA1124 Ag mg/kg PS 0.2	MA1124 Al mg/kg PS 100	MA1124 As mg/kg PS 0.2	MA1124 Ba mg/kg PS 1	MA1124 Be mg/kg PS 0.4	MA1124 Bi mg/kg PS 5.00	MA1124 Ca mg/kg PS 100	MA1124 Cd mg/kg PS 0.3	MA1124 Co mg/kg PS 0.04	MA1124 Cr mg/kg PS 0.3	MA1124 Cu mg/kg PS 0.5	MA1124 Fe mg/kg PS 100	MA1124 K mg/kg PS 100
1	Lucma3 Ambara I	2018-02-03 11:15	Suelos	0.29	<0.2	4229	9.5	18	<0.4	<5.00	269	<0.3	9.24	9.9	11.5	20935	205
2	Lucma4 Ambara I	2018-02-03 10:41	Suelos	0.20	<0.2	14671	70.8	64	<0.4	<5.00	633	0.5	33.01	9.1	25.9	56254	520

Muestras proporcionadas por el cliente.

Lucma 3 Ambara 3-----→ LUC-S003 Reemplazado por S1
Lucma 4 Ambara 4-----→ LUC-S004 Reemplazado por S2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1066.R18



Página 3 de 7

Muestras		Elementos													
N°	Codigo de Servicio	MA1124		MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124
	Elemento	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P*	Pb	Sb	Se	Sn*	Sr*	Ti*	Tl	V
	Unidad	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS
	Limite de Detección LD	100	2	0.09	100	1	100	0.3	5	0.9	10	0.5	100	0.03	2
1	Luoma3 Ambara I	690	421	0.27	<100	6	309	6.9	11	<0.9	<10	3.3	<100	0.17	15
2	Luoma4 Ambara I	1997	1073	0.72	<100	9	939	36.0	124	<0.9	<10	9.9	184	0.36	48



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1066.R18



Página 4 de 7

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0370 Hg mg/Kg FS 0.01	MA1124 Ag mg/Kg FS 0.2	MA1124 Al mg/Kg FS 100	MA1124 As mg/Kg FS 0.2	MA1124 Ba mg/Kg FS 1	MA1124 Be mg/Kg FS 0.4	MA1124 Bi* mg/Kg FS 5.00	MA1124 Ca mg/Kg FS 100	MA1124 Cd mg/Kg FS 0.3	MA1124 Co mg/Kg FS 0.04	MA1124 Cr mg/Kg FS 0.3	MA1124 Cu mg/Kg FS 0.5	MA1124 Fe mg/Kg FS 100	MA1124 K mg/Kg FS 100
1	Adición (% Recup.)	105.0	83.5	104.5	104.0	116.5	120.0	—	119.0	104.0	118.4	96.0	118.8	83.0	90.0
2	Adición (% Recup.)	85.0	85.0	104.0	104.0	118.0	120.0	—	117.0	104.0	117.6	96.0	119.2	84.5	88.0
3	Adición Rango (%)	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	—	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	98.1	100.0	100.0	100.1	100.1	99.9	100.0	99.9	100.4	99.9	99.9	100.0	99.8	100.4
5	STD - Rango (%)	96.5-103.5	97.5-102.5	85.7-114.3	97.5-102.5	97.8-102.2	97.9-102.1	80.0-120.0	97.1-102.9	97.7-102.3	97.5-102.5	97.7-102.3	97.7-102.3	96.0-104.0	97.2-102.8
6	Lucma4 Ambara I (Original)	0.20	<0.2	14671	70.8	64	<0.4	<5.00	633	0.5	33.01	9.1	35.9	58294	530
7	Lucma4 Ambara I (Dup)	0.18	<0.2	14602	72.6	62	<0.4	<5.00	634	0.5	33.16	9.2	35.5	56276	535
8	Blanco	<0.01	<0.2	<100	<0.2	<1	<0.4	<5.00	<100	<0.3	<0.04	<0.3	<0.5	<100	<100

ENVIADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1066.R18



Página 5 de 7

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA1124 Mg mg/Kg FS 100	MA1124 Mn mg/Kg FS 2	MA1124 Mo mg/Kg FS 0.09	MA1124 Na mg/Kg FS 100	MA1124 Ni mg/Kg FS 1	MA1124 P* mg/Kg FS 100	MA1124 Pb mg/Kg FS 0.3	MA1124 Sb mg/Kg FS 5	MA1124 Se mg/Kg FS 0.9	MA1124 Sn* mg/Kg FS 10	MA1124 Sr* mg/Kg FS 0.5	MA1124 Ti* mg/Kg FS 100	MA1124 Tl mg/Kg FS 0.03	MA1124 V mg/Kg FS 2
1	Adición (% Recup.)	86.0	99.5	116.8	101.0	99.0	—	104.0	100.5	120.0	85.8	88.3	84.7	119.2	109.0
2	Adición (% Recup.)	89.0	103.0	118.4	101.5	97.5	—	96.0	102.5	120.0	85.3	88.3	84.7	116.8	109.5
3	Adición Rango (%)	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	—	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	100.1	99.9	98.2	100.1	100.0	100.0	100.8	99.8	99.9	97.4	100.0	—	99.9	100.0
5	STD - Rango (%)	96.4-103.6	96.2-103.8	97.7-102.3	97.0-103.0	97.5-102.5	90.5-109.5	97.6-102.4	79.0-121.0	96.8-103.2	95.5-104.5	96.7-103.3	—	97.1-102.9	98.2-101.8
6	Lucma4 Ambara I (Original)	1997	1073	0.72	<100	9	939	36.0	124	<0.9	<10	9.9	184	0.36	48
7	Lucma4 Ambara I (Dup)	2014	1034	0.71	<100	9	907	36.9	115	<0.9	<10	9.8	181	0.31	48
8	Blanco	<100	<2	<0.09	<100	<1	<100	<0.3	<5	<0.9	<10	<0.5	<100	<0.03	<2

ENVIADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1066.R18



Página 6 de 7

Muestras QC		Elementos
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA1124 Zn mg/Kg FS 0.5
1	Adición (% Recup.)	104.8
2	Adición (% Recup.)	106.8
3	Adición Rango (%)	80.0 - 120.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	99.6
5	STD - Rango (%)	97.4-102.6
6	Luoma4 Ambara I (Original)	113.3
7	Luoma4 Ambara I (Dup)	107.5
8	Blanco	<0.5

INACAL CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE*



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB1066.R18



Página 7 de 7

MÉTODOS DE ENSAYO Y CÓDIGOS DE SERVICIO

N°	Descripción		
	Analito	Denominación	Cod. Serv
	(1) Norma o Referencia		
1	Mercurio	Mercurio	MA0370
2	Metales	Metales	MA1124

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

- (1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
 APHA: American Public Health Association.
 AWWA: American Water Works Association.
 WEF: Water Environment Federation.
 EPA: Environmental Protection Agency.
 ASTM: American Society for Testing and Materials.
 ISO: International Organization for Standardization.
 NTP: Norma Técnica Peruana.
 NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

INACAL CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE*

Cuadro N° 21. Resultados de agua superficial – Laboratorio – CERTIMIN, Fecha 29/06/2018



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1024.R18



Página 2 de 8

RESULTADOS

Muestras		Elementos															
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MON0000 Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA1000 Nor* WGS-84	MA1000 Est* WGS-84	MA1000 Altitud* msnm	MA1000 Temperatura* °C	MA1000 T-Aire* °C	MA1000 pH* Unid de pH	MA1000 Conductiv.* µmho/cm	MA0112 Hg(t) mg/L 0.0001	MA0122 Ag(t) mg/L 0.002	MA0122 Al(t) mg/L 0.02	MA0122 As(t) mg/L 0.008	MA0122 Ba(t) mg/L 0.001	MA0122 Be(t) mg/L 0.0003	MA0122 Bi(t)* mg/L 0.02
1	LUC-A008	2018-06-29 13:05	Agua Superficial	9153532	774510	2789	13.2		8.37	52	0.0002	<0.002	1.10	<0.008	0.013	<0.0003	<0.02
2	LUC-A009	2018-06-29 14:20	Agua Superficial	9154431	774028	2894	14.3	15.1	8.84	10	0.0006	<0.002	0.40	<0.008	0.004	<0.0003	<0.02
3	LUC-A010	2018-06-29 15:35	Agua Superficial	9155241	772712	2475	15.0	15.4	7.00	15	0.0002	<0.002	0.30	<0.008	0.005	<0.0003	<0.02

Muestras proporcionadas por el cliente.

Temperatura*, T-Aire*, pH*, Conductiv.*: son datos proporcionados por el cliente.

LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.

LUC-A008----->

Reemplazado por **A3**

LUC-A009----->

Reemplazado por **A4**

LUC-A10 ----->

Reemplazado por **A5**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1024.R18



Página 3 de 8

Muestras		Elementos																			
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0122 B(t) mg/L 0.003	MA0122 Ca(t) mg/L 0.05	MA0122 Cd(t) mg/L 0.001	MA0122 Ce(t) mg/L 0.02	MA0122 Co(t) mg/L 0.002	MA0122 Cr(t) mg/L 0.004	MA0122 Cu(t) mg/L 0.003	MA0122 Fe(t) mg/L 0.01	MA0122 K(t) mg/L 0.01	MA0122 Li(t) mg/L 0.004	MA0122 Mg(t) mg/L 0.02	MA0122 Mn(t) mg/L 0.001	MA0122 Mo(t) mg/L 0.004	MA0122 Na(t) mg/L 0.01	MA0122 Ni(t) mg/L 0.002	MA0122 P(t) mg/L 0.06	MA0122 Pb(t) mg/L 0.01	MA0122 Sb(t) mg/L 0.008	MA0122 Se(t) mg/L 0.02	MA0122 SiO2(t) mg/L 0.02
1	LUC-A008	0.020	3.39	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	0.006	2.33	1.35	<0.004	2.77	0.176	<0.004	1.94	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	7.23
2	LUC-A009	0.008	0.75	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	0.009	0.19	1.62	<0.004	0.29	0.017	<0.004	0.97	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	6.27
3	LUC-A010	0.007	1.24	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	0.015	0.50	0.55	<0.004	1.08	0.055	<0.004	0.88	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	7.29



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1024.R18



Página 4 de 8

Muestras		Elementos					
N°	Código de Servicio	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122
	Elemento	Sn(t)	Sr(t)	Ti(t)	Tl(t)	V(t)	Zn(t)
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Límite de Detección LD	0.007	0.0007	0.01	0.05	0.003	0.005
1	LUC-A008	<0.007	0.0289	0.01	<0.05	<0.003	0.017
2	LUC-A009	<0.007	0.0066	<0.01	<0.05	<0.003	0.014
3	LUC-A010	<0.007	0.0102	<0.01	<0.05	<0.003	0.018

POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1024.R18



Página 5 de 8

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio	MA0112	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122	MA0122
	Elemento	Hg(t)	Ag(t)	Al(t)	As(t)	Ba(t)	Be(t)	Bi(t) *	B(t)	Ca(t)	Cd(t)	Ce(t)	Co(t)	Cr(t)	Cu(t)
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Límite de Detección LD	0.0001	0.002	0.02	0.008	0.001	0.0003	0.02	0.003	0.05	0.001	0.02	0.002	0.004	0.003
1	Adición (% Recup.)	110.0	98.4	88.7	89.2	95.4	99.7	90.0	92.8	94.7	91.4	98.0	98.4	95.6	93.0
2	Adición (% Recup.)	110.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenida (%)	95.0	88.0	88.0	104.2	107.2	105.6	102.0	90.4	99.8	101.8	104.0	108.2	110.8	106.4
5	STD - Rango (%)	84.0-116.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	LUC-A009 (Original)	0.0006	<0.002	0.40	<0.008	0.004	<0.0003	<0.02	0.008	0.75	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	0.009
7	LUC-A009 (Dup)	0.0006	<0.002	0.40	<0.008	0.004	<0.0003	<0.02	0.008	0.73	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	0.009
8	Blanco	<0.0001	<0.002	<0.02	<0.008	<0.001	<0.0003	<0.02	<0.003	<0.05	<0.001	<0.02	<0.002	<0.004	<0.003

CUANDO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° JUL1024.R18

Página 6 de 8

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA0122 Fe (t) mg/L 0.01	MA0122 K (t) mg/L 0.01	MA0122 Li (t) mg/L 0.004	MA0122 Mg (t) mg/L 0.02	MA0122 Mn (t) mg/L 0.001	MA0122 Mo (t) mg/L 0.004	MA0122 Na (t) mg/L 0.01	MA0122 Ni (t) mg/L 0.002	MA0122 P (t) mg/L 0.06	MA0122 Pb (t) mg/L 0.01	MA0122 Sb (t) mg/L 0.008	MA0122 Se (t) mg/L 0.02	MA0122 SiO ₂ (t) mg/L 0.02	MA0122 Sn (t) mg/L 0.007
1	Adición (% Recup.)	100.0	99.3	100.6	96.9	91.8	95.8	99.5	100.4	99.6	94.0	85.6	104.0	103.2	101.2
2	Adición (% Recup.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	102.0	96.1	105.6	105.8	101.0	96.6	100.2	100.6	94.0	106.0	103.4	104.0	102.4	100.6
5	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	LUC-A009 (Original)	0.19	1.62	<0.004	0.29	0.017	<0.004	0.97	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	6.27	<0.007
7	LUC-A009 (Dup)	0.19	1.59	<0.004	0.29	0.016	<0.004	0.96	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	6.22	<0.007
8	Blanco	<0.01	<0.01	<0.004	<0.02	<0.001	<0.004	<0.01	<0.002	<0.06	<0.01	<0.008	<0.02	<0.02	<0.007

ONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° JUL1024.R18

Página 7 de 8

Muestras QC		Elementos				
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA0122 Sr (t) mg/L 0.0007	MA0122 Ti (t) mg/L 0.01	MA0122 Tl (t) mg/L 0.05	MA0122 V (t) mg/L 0.003	MA0122 Zn (t) mg/L 0.005
1	Adición (% Recup.)	99.7	94.0	92.0	98.8	95.6
2	Adición (% Recup.)	—	—	—	—	—
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	105.3	104.0	96.0	105.6	103.4
5	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	LUC-A009 (Original)	0.0056	<0.01	<0.05	<0.003	0.014
7	LUC-A009 (Dup)	0.0056	<0.01	<0.05	<0.003	0.013
8	Blanco	<0.0007	<0.01	<0.05	<0.003	<0.005

ONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1024.R18



Página 8 de 8

METODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

N°	Descripción			
	Analito	Denominación	Cod. Serv	(1) Norma o Referencia
1	Nor *	Norte	MA1000	Estandar GPS
2	Est *	Este	MA1000	Estandar GPS
3	Altitud *	Altitud	MA1000	Estandar GPS
4	Conductiv. *	Conductividad	MA1000	SMEWW-APHA- AWWA- WEF 23 rd Ed. 2017. Part 2510 B. Conductivity Laboratory Method.
5	pH *	Potencial de Hidrógeno	MA1000	SMEWW-APHA- AWWA- WEF 23 rd Ed. 2017. Part-4500-H+ B. pH value. Electrometric Method.
6	Temperatura *	Temperatura	MA1000	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part 2550 B. Temperature. Laboratory and Field Methods.
7	T-Aire *	Temperatura Ambiental	MA1000	Protocolo de Parámetros Meteorológicos
8	Hg(t)	Mercurio total	MA0112	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed.2017. Part-3112 B. Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method.
9	Metales Totales	Metales Totales	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

APHA : American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

WEF : Water Environment Federation.

EPA : Environmental Protection Agency.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ISO: International Organization for Standardization.

NTP: Norma Técnica Peruana.

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

Cuadro N° 22. Resultados de suelos – Laboratorio – CERTIMIN, Fecha 29/06/2018



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1031.R18



Página 2 de 8

RESULTADOS

Muestras			Elementos														
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MON0000 Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA1000 Nor+ WGS-84	MA1000 Est+ WGS-84	MA1000 Altitud+ msnm	MA0370 Hg mg/Kg PS 0.01	MA1124 Ag mg/Kg PS 0.2	MA1124 Al mg/Kg PS 100	MA1124 As mg/Kg PS 0.2	MA1124 Ba mg/Kg PS 1	MA1124 Be mg/Kg PS 0.4	MA1124 Bi+ mg/Kg PS 5	MA1124 Ca mg/Kg PS 100	MA1124 Cd mg/Kg PS 0.3	MA1124 Co mg/Kg PS 0.04	MA1124 Cr mg/Kg PS 0.3
1	LUC-S005	2018-06-29 12:45	Suelos	9153355	774956	2852	0.22	<0.2	8364	8.2	28	<0.4	<5	133	<0.3	4.58	5.4
2	LUC-S006	2018-06-29 13:45	Suelos	9154460	774004	2696	0.08	<0.2	3400	3.3	8	<0.4	<5	370	<0.3	1.93	1.6
3	LUC-S007	2018-06-29 15:05	Suelos	9155267	772652	2470	0.33	<0.2	7191	6.3	38	<0.4	<5	514	3.1	4.40	4.2

Muestras proporcionadas por el cliente.
Las Coordenadas, Altitud: son datos proporcionados por el cliente.
LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.

LUC-S005--→ Reemplazado por **S3**

LUC-S006---→ Reemplazado por **S4** LUC-S007--→ Reemplazado por **S5**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1031.R18



Página 3 de 8

Muestras		Elementos															
N°	Codigo de Servicio	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	
	Elemento	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P*	Pb	Sb	Se	Sn*	Sr*	Ti*	
	Unidad	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	mg/Kg PS	
	Límite de Detección LD	0.5	100	100	100	2	0.09	100	1	100	0.3	5	0.9	10	0.5	100	
1	LUC-S005	10.1	17043	324	481	374	0.41	<100	<1	420	11.5	<5	<0.9	<10	3.4	<100	
2	LUC-S006	6.19	5777	349	165	170	<0.09	<100	<1	166	4.7	<5	<0.9	<10	2.6	<100	
3	LUC-S007	9.63	16579	529	548	363	0.36	<100	<1	379	13.3	<5	<0.9	<10	6.1	119	



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1031.R18



Página 4 de 8

Muestras		Elementos	
N°	Código de Servicio	MA1124	MA1124
	Elemento	V	Zn
	Unidad	mg/Kg PS	mg/Kg PS
	Límite de Detección LD	2	0.5
1	LUC-S005	21	30.4
2	LUC-S006	5	15.9
3	LUC-S007	21	42.7

PO UNIDAD CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1031.R18



Página 5 de 8

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA0370	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124	MA1124
		Hg mg/Kg PS 0.01	Ag mg/Kg PS 0.2	Al mg/Kg PS 100	As mg/Kg PS 0.2	Ba mg/Kg PS 1	Be mg/Kg PS 0.4	Bi* mg/Kg PS 5	Ca mg/Kg PS 100	Cd mg/Kg PS 0.3	Co mg/Kg PS 0.04	Cr mg/Kg PS 0.3	Cu mg/Kg PS 0.5	Fe mg/Kg PS 100	K mg/Kg PS 100
1	Adición (% Recup.)	100.0	106.5	111.0	80.0	118.0	112.0	—	108.5	104.0	92.8	88.0	113.9	114.5	105.5
2	Adición (% Recup.)	100.0	107.0	111.0	80.0	118.0	120.0	—	108.5	112.0	80.8	96.0	114.5	104.0	104.0
3	Adición Rango (%)	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	—	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	100.6	101.0	110.1	98.5	100.0	96.4	—	98.8	100.0	101.4	100.5	100.6	101.7	101.5
5	STD - Rango (%)	91.7-108.3	97.5-102.5	89.0-111.0	98.2-101.8	97.6-102.4	94.2-105.8	—	98.0-102.0	98.3-101.7	98.2-101.8	98.1-101.9	98.4-101.6	97.6-102.4	97.9-102.1
6	LUC-S006 (Original)	—	<0.2	3400	3.3	8	<0.4	<5	370	<0.3	1.93	1.6	6.19	5777	349
7	LUC-S006 (Dup)	—	<0.2	3413	3.3	8	<0.4	<5	394	<0.3	1.92	1.6	6.26	5785	339
8	LUC-S007 (Original)	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	LUC-S007 (Dup)	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Blanco	<0.01	<0.2	<100	<0.2	<1	<0.4	<5	<100	<0.3	<0.04	<0.3	<0.5	<100	<100

PO UNIDAD CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1031.R18



Página 6 de 8

Muestras QC		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA1124 Mg mg/Kg FS 100	MA1124 Mn mg/Kg FS 2	MA1124 Mo mg/Kg FS 0.09	MA1124 Na mg/Kg FS 100	MA1124 Ni mg/Kg FS 1	MA1124 P* mg/Kg FS 100	MA1124 Pb mg/Kg FS 0.3	MA1124 Sb mg/Kg FS 5	MA1124 Se mg/Kg FS 0.9	MA1124 Sn* mg/Kg FS 10	MA1124 Sr* mg/Kg FS 0.5	MA1124 Ti* mg/Kg FS 100	MA1124 Tl mg/Kg FS 0.03	MA1124 V mg/Kg FS 2
1	Adición (% Recup.)	105.0	99.5	118.4	104.5	115.0	--	88.0	108.0	120.0	91.7	98.8	92.1	113.6	111.5
2	Adición (% Recup.)	104.0	102.5	118.4	102.5	116.0	--	80.0	111.0	120.0	91.7	98.8	92.7	112.8	112.5
3	Adición Rango (%)	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	--	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0	80.0 - 120.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	101.5	100.2	98.5	101.4	100.0	103.9	101.0	88.6	99.7	99.1	102.8	105.1	101.7	100.5
5	STD - Rango (%)	96.6-103.4	94.4-105.6	98.0-102.0	96.8-103.2	98.1-101.9	92.8-107.2	98.0-102.0	84.1-115.9	96.6-103.4	97.1-102.9	94.2-105.8	91.4-108.8	97.7-102.3	98.1-101.9
6	LUC-S006 (Original)	165	170	<0.09	<100	<1	168	4.7	<5	<0.9	<10	2.6	<100	0.24	5
7	LUC-S006 (Dup)	162	169	<0.09	<100	<1	168	4.7	<5	<0.9	<10	2.5	<100	0.24	6
8	LUC-S007 (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9	LUC-S007 (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	Blanco	<100	<2	<0.09	<100	<1	<100	<0.3	<5	<0.9	<10	<0.5	<100	<0.03	<2

NOTA: SE ENVÍAN LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE CONTROL DE CALIDAD A LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1031.R18



Página 7 de 8

Muestras QC		Elementos
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MA1124 Zn mg/Kg FS 0.5
1	Adición (% Recup.)	112.9
2	Adición (% Recup.)	112.9
3	Adición Rango (%)	80.0 - 120.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	98.7
5	STD - Rango (%)	98.5-101.5
6	LUC-S006 (Original)	15.9
7	LUC-S006 (Dup)	15.6
8	LUC-S007 (Original)	--
9	LUC-S007 (Dup)	--
10	Blanco	<0.5

NOTA: SE ENVÍAN LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE CONTROL DE CALIDAD A LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° JUL1031.R18



Página 8 de 8

MÉTODOS DE ENSAYO Y CÓDIGOS DE SERVICIO

N°	Descripción		
	Analito	Denominación	Cod.Serv
			(1) Norma o Referencia
1	Nor *	Norte	MA1000
2	Est *	Este	MA1000
3	Altitud *	Altitud	MA1000
4	Mercurio	Mercurio	MA0370
5	Metales	Metales	MA1124

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

APHA : American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

WEF : Water Environment Federation.

EPA : Environmental Protection Agency.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ISO: International Organization for Standardization.

NTP: Norma Técnica Peruana.

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

ANEXO DE FOTOGRAFÍAS



Foto 1.- Secuencia sedimentaria de lutitas bituminosas de la formación Chicama, donde se ubican labores mineras subterráneas de diferente magnitud. (Operativas y abandonadas)



Foto 2.- El distrito de Lucma y carbón antracítico extraído a +/- 2 kilómetros al lado noreste del distrito en las concesiones, Ambara 1 y Ambara 2, donde se aprecia carbón a las afueras de labor subterránea en condición de abandono.



Foto 3.- Extracción de carbón de manera desordenada sin apoyo técnico y el carguío Sin contar con las mínimas medidas de seguridad, generando contaminación.



Foto N° 4.- Equipo necesario para la toma de muestras de agua efluente a la quebrada LUCMA y sus respectivos tributarios.

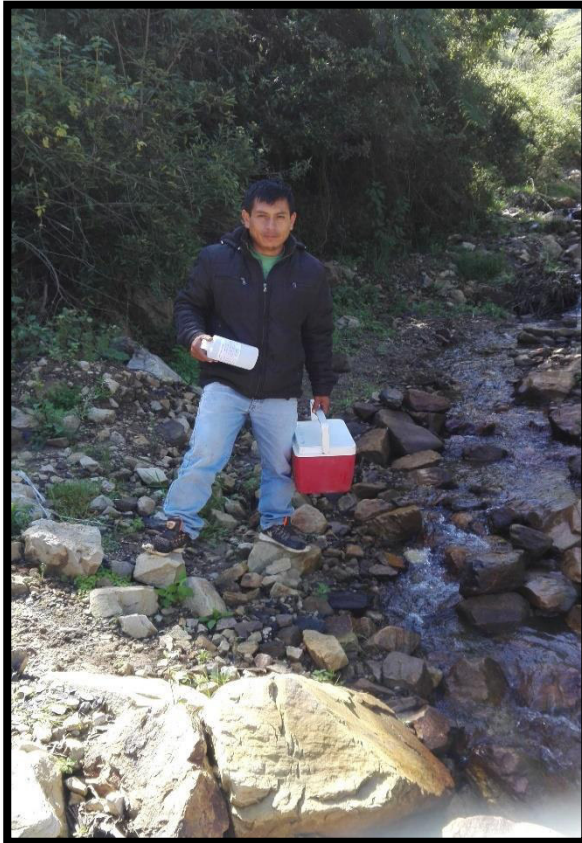


Foto N° 5.- Estación **A1**. Muestra de agua ligeramente turbia obtenida en los efluentes a la quebrada de Lucma, y Componentes sedimentarios como lutitas carbonosas, limolitas, lodolitas y arenas.

Foto N° 6.- Estación **A1**. Muestra de agua ligeramente clara obtenida en quebrada efluente y tributaria a quebrada Lucma, donde predomina un suelo rocoso con limolitas, lutitas carbonosas, arenas y gravas.





Foto N° 7.- Estación **S1**. Muestra de suelo, obtenida en una calicata a 20 cm., de profundidad, capa intermedia (2) donde ocurre sedimentos rocosos como limolitas, lutitas carbonozas (Fm. Chicama), arenas, escasos fragmentos de andesitas afaníticas.

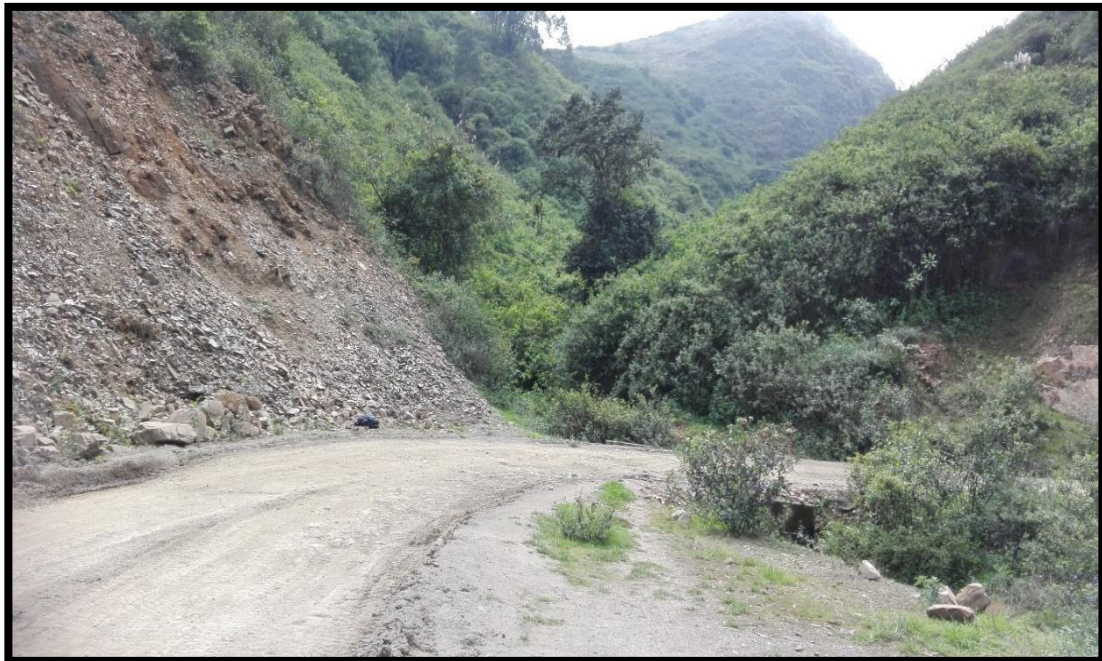


Foto N° 8.- Estación **S2**. Muestra de suelo, obtenida en talud de carretera a 30 cm., de profundidad, nivel intermedio de suelos, componentes como limolitas, arenas, fragmentos de lutitas carbonosas, limoarcillitas.

Foto 9.- Estación S3. Muestra de suelo, obtenida en calicata de 40 x 40 cm., nivel 2, suelo cubierto con pastizales y material sedimentario como, limoarcillitas, limolitas, arenas negras y lutitas fisibles.



Foto 10.- Estación S4. Muestra de suelo obtenido en interior mina a profundidad de 25cm. Suelos rocosos sedimentarios como, arenas finas blanquecinas, Limolitas, bloques de areniscas (Fm. Chimú).



Foto 11.- Estación S5. Muestra de Suelo en calicata de 40 x 30 cm. Capa intermedia de suelo (2), componentes como limolitas, limoarcillitas, arenas finas, lutitas carbonosas.

Foto 12.- Estación A3. Muestra de Agua, clara a sucia, en quebrada efluente y Tributaria N° 2 de Lucma, Componentes, como limoarcillitas, lodolitas, arenas, entorno vegetación de diversos arbustos de diferentes tamaños.



Foto N°13, Estación A4. Muestra de agua clara, discurrente y efluente a la quebrada Lucma, obtenida en labor subterránea en abandono, en superficie material rocoso como bloques, fragmentos y material fino de areniscas de la Formación Chimú.



Foto N° 14.- Estación A5. Muestra de agua clara a turbia, obtenida en quebrada N° 3 efluente a quebrada Lucma al entorno vegetación diversa, de diferentes tamaños, sedimentos como limolitas, limoarcillitas, arenas y lutitas carbonosas.



Foto 15. Labores subterráneas irregulares e informales muy estrechas sin soporte técnico propensas a derrumbes y permanentes accidentes, sin ninguna supervisión ni control de autoridades competentes. Muchas de ellas en condición de abandono.



Foto 16. Carbón en consideración de mala calidad y/o de desmonte ubicado en las afueras de labores subterráneas en acumulaciones dispersas (canchas o rumas) en condición de abandono, generando contaminación ambiental.





Foto 17. Vehículos pesados de diferente tonelaje que trasladan el carbón, sin considerar los mínimos estándares de seguridad, es recomendable el uso de vehículos de hasta 20 toneladas con el fin de mantener las carreteras en un buen estado.



Cuadro N° 7. Obtención de muestras de agua en el distrito de Lucma

Código	Fecha	Hora	Tipo de muestra	Norte	Este	Altitud	Temperatura	T-Aire	pH	CE
				WGS-84	WGS-84	msnm	°C	°C	Unid de pH	μS/cm
A1	03/02/18	22:00	Agua superficial	9154297	773545	2524	14,5		8,71	78
A2	03/02/18	22:30	Agua superficial	9154307	772554	2451	14,5		8,71	78
A3	29/06/18	13:05	Agua superficial	9153532	774510	2789	13,2	13,8	8,37	52
A4	29/06/18	14:20	Agua superficial	9154431	774028	2694	14,3	15,1	8,84	10
A5	29/06/18	15:35	Agua superficial	9155241	772712	2475	15,0	15,4	7,00	15

CuadroN°8. Obtención de muestras de suelo en el distrito de Lucma

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	Tipo Mtra.	Coord. Norte	Coord. Este	Descripción
				WGS-84	WGS-84	
S1	03/02/18	10:41	Suelo	9154213	773593	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S2	03/02/18	11:15	Suelo	9154334	772542	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S3	29/06/18	12:45	Suelo	9153355	774956	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S4	29/06/18	13:45	Suelo	9154460	774004	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón
S5	29/06/18	15:05	Suelo	9155267	772652	Suelo hetreogeneo, compuesto de arenas, limos, liticos, y particulas de carbón

Cuadro N° 9. Resultado químico de cinco muestras de agua

Fuente: CERTIMIN

Estación de monitoreo		A1	A2	A3	A4	A5	Límite de detección	Método
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		10:00	10:30	13:05	14:20	15:35		
Tipo de muestra		Agua superf.	Agua superf.	Agua superf.	Agua superf.	Agua superf.		
pH		8,71	8,71	8,37	8,84	7,00		
CE	μS/cm	78	78	52	10	15		
Hg(t)	mg/L	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001	MA0112
Ag(t)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002	MA0122
Al(t)	mg/L	0,04	0,14	1,1	0,4	0,3	0,02	MA0122
As(t)	mg/L	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008	MA0122
Ba(t)	mg/L	0,005	0,008	0,013	0,004	0,005	0,001	MA0122
Be(t)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0003	MA0122
Bi(t)	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	MA0122
B(t)	mg/L	0,047	0,024	0,02	0,008	0,007	0,003	MA0122
Ca(t)	mg/L	8,81	6,55	3,39	0,75	1,24	0,05	MA0122
Cd(t)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001	MA0122
Ce(t)	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	MA0122
Co(t)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002	MA0122
Cr(t)	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004	MA0122
Cu(t)	mg/L	<0.003	<0.003	0,006	0,009	0,015	0,003	MA0122
Fe(t)	mg/L	0,36	1,99	2,33	0,19	0,5	0,01	MA0122
K(t)	mg/L	0,54	0,41	1,35	1,62	0,55	0,01	MA0122
Li(t)	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004	MA0122
Mg(t)	mg/L	5,6	2,99	2,77	0,29	1,08	0,02	MA0122
Mn(t)	mg/L	0,181	0,166	0,176	0,017	0,055	0,001	MA0122
Mo(t)	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004	MA0122
Na(t)	mg/L	1,52	3,14	1,94	0,97	0,88	0,01	MA0122
Ni(t)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002	MA0122
P(t)	mg/L	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0,06	MA0122
Pb(t)	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01	MA0122
Sb(t)	mg/L	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008	MA0122
Se(t)	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	MA0122
SiO2(t)	mg/L	5,7	12,8	7,23	6,27	7,29	0,02	MA0122
Sn(t)	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0,007	MA0122
Sr(t)	mg/L	0,05	0,0351	0,0289	0,0056	0,0102	0,0007	MA0122
Ti(t)	mg/L	<0.01	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	0,01	MA0122
Tl(t)	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,05	MA0122
V(t)	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0,003	MA0122
Zn(t)	mg/L	0,007	0,021	0,017	0,014	0,018	0,005	MA0122

Cuadro N° 10. Calidad del agua comparado con la categoría 1 (A1, A2, A3)

Estación de Monitoreo		SUBCATEGORIA A1	SUBCATEGORIA A2	SUBCATEGORIA A3	A1	A2	A3	A4	A5	Límite de detección
Fecha					03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18	
Hora					10:00	10:30	13:05	14:20	15:35	
Tipo de muestra				Agua superficial						
pH	Unid de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	8,71	8,71	8,37	8,84	7,00	
Conductiv.	μS/cm	1500	1600	**	78	78	52	10	15	
Hg(t)	mg/L	0,001	0,001	0,002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001
Al(t)	mg/L	0,9	5,0	5,0	0,04	0,14	1,10	0,40	0,30	0,02
As(t)	mg/L	0,01	0,01	0,15	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008
Ba(t)	mg/L	0,7	1,0	**	0,005	0,008	0,013	0,004	0,005	0,001
Be(t)	mg/L	0,012	0,040	0,100	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0003
B(t)	mg/L	2,4	2,4	2,4	0,047	0,024	0,020	0,008	0,007	0,003
Cd(t)	mg/L	0,003	0,005	0,010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001
Cr(t)	mg/L	0,05	0,05	0,05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Cu(t)	mg/L	2	2	2	<0.003	<0.003	0,006	0,009	0,015	0,003
Fe(t)	mg/L	0,3	1,0	5,0	0,36	1,99	2,33	0,19	0,50	0,01
Mn(t)	mg/L	0,4	0,4	0,5	0,181	0,166	0,176	0,017	0,055	0,001
Mo(t)	mg/L	0,07	**	**	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0,004
Ni(t)	mg/L	0,07	**	**	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002
Pb(t)	mg/L	0,01	0,05	0,05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01
Sb(t)	mg/L	0,02	0,02	**	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0,008
Se(t)	mg/L	0,04	0,04	0,05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,02
Zn(t)	mg/L	3	5	5	0,007	0,021	0,017	0,014	0,018	0,005

Cuadro N°11. Elementos que superan el ECA1, Agua en la subcategoria A, data de pH, Conductividad Elect

Estación de	Fecha	Hora	Tipo de Mtra.	pH	Conductiv.	Al(t)	Fe(t)
				Unid de pH	μS/cm	mg/L	mg/L
A1	03/02/18	22:00	Agua superficial	8,71	78	0,04	0,36
A2	03/02/18	22:30	Agua superficial	8,71	78	0,14	1,99
A3	29/06/18	13:05	Agua superficial	8,37	52	1,10	2,33
A4	29/06/18	14:20	Agua superficial	8,84	10	0,40	0,19
A5	29/06/18	15:35	Agua superficial	7,00	15	0,30	0,50
detección						0,02	0,01
CATEGORIA A1				6.5-8.5	1500	0,9	0,3
CATEGORIA A2				5.5-9.0	1600	5,0	1,0
CATEGORIA A3				5.5-9.0	*	5,0	5,0

Cuadro 12. Calidad del agua comparado con la categoría 3 subcategorías D1 y D2

Estación de Monitoreo		ECA 3, SUBCATEGORIA	ECA 3, SUBCATEGORIA	A1	A2	A3	A4	A5	Límite de detección
Fecha		D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	03/02/2018	03/02/2018	29/06/2018	29/06/2018	29/06/2018	
Hora				10:00	10:30	13:05	14:20	15:35	
Tipo de muestra				Agua superficial, efluente					
pH	Unidad	6.5-8.5	,	8,71	8,71	8,37	8,84	7	
Conductiv.	µS/cm	2 500	5 000	78	78	52	10	15	
Hg(t)	mg/L	0,001	0,010	0,0002	0,0002	0.002	0,0006	0,0002	0,0001
Al(t)	mg/L	5	5	0,04	0,04	1,10	0,40	0,30	0,02
As(t)	mg/L	0,1	0,2	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,008
Ba(t)	mg/L	0,7	**	0,005	0,005	<0,013	0,004	0,005	0,001
Be(t)	mg/L	0,1	0,1	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,003
B(t)	mg/L	0,01	0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Cd(t)	mg/L	0,05	1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002
Cr(t)	mg/L	0,1	1	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,004
Cu(t)	mg/L	0,2	0,5	<0,003	<0,003	0,006	0,009	<0,015	0,003
Fe(t)	mg/L	5	**	0,36	0,36	2,33	0,19	0,5	0,01
Mn(t)	mg/L	2,5	2,5	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,004
Mo(t)	mg/L	**	250	5,6	5,6	2,77	0,29	1,08	0,02
Ni(t)	mg/L	0,2	0,2	0,181	0,181	0,176	0,017	0,055	0,001
Pb(t)	mg/L	0,2	1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002
Sb(t)	mg/L	0,05	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Se(t)	mg/L	0,02	0,05	<0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02	0,02
Zn(t)	mg/L	2	24	0,007	0,007	0,017	0,014	0,018	0,005

Cuaro N° 13. Elementos que superan el ECA 3, agua en las subcategorias D1 y D2.

Parametros de pH

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	ipo de muestr	pH
A1	03/02/18	10.30	gua superficial	8,71
A2	03/02/18	11.00	gua superficial	8,71
A3	29/06/18	13:05	gua superficial	8,37
A4	29/06/18	14.20	gua superficial	8,84
A5	29/06/18	15.35	gua superficial	7,00
ECA 3, SUBCATEGORIA D1: Riego de vegetales				6.5-8.5
ECA 3, SUBCATEGORIA D2: Bebida de animales				6.5-8.4

Cuadro N° 14. Resultado químico de cinco muestras de suelo, (Fuente: CERTIMIN)

Estación de monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	Límite de detección	Método
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		11:15	10:41	12:45	14:20	15:05		
Tipo de muestra		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos		
Hg	mg/KgPS	0,28	0.2	0.22	0.08	0.33	0,01	MA0370
Ag	mg/KgPS	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0,2	MA1124
Al	mg/KgPS	4229	14671	8364	3400	7191	100	MA1124
As	mg/KgPS	9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	0,2	MA1124
Ba	mg/KgPS	18	64	28	8	38	1	MA1124
Be	mg/KgPS	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0,4	MA1124
Bi	mg/KgPS	<5.00	<5.00	<5	<5	<5	5	MA1124
Ca	mg/KgPS	268	633	133	370	514	100	MA1124
Cd	mg/KgPS	<0.3	<0.5	<0.3	<0.3	3.1	0,3	MA1124
Co	mg/KgPS	9,24	33.01	4,58	1,93	4,4	0,04	MA1124
Cr	mg/KgPS	3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	0,3	MA1124
Cu	mg/KgPS	11,5	35,9	10,1	6,19	9,63	0,5	MA1124
Fe	mg/KgPS	22695	58294	17043	5777	16579	100	MA1124
K	mg/KgPS	335	530	324	349	529	100	MA1124
Mg	mg/KgPS	690	1997	481	165	548	100	MA1124
Mn	mg/KgPS	421	1073	374	170	363	2	MA1124
Mo	mg/KgPS	0,27	0,72	0,41	<0.09	0,36	0,09	MA1124
Na	mg/KgPS	<100	<100	<100	<100	<100	100	MA1124
Ni	mg/KgPS	6	9	<0.1	<0.1	<0.1	1	MA1124
P	mg/KgPS	309	939	420	166	379	100	MA1124
Pb	mg/KgPS	6,9	36	11,5	4,7	13,3	0,3	MA1124
Sb	mg/KgPS	11	124	<5	<5	<5	5	MA1124
Se	mg/KgPS	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,9	MA1124
Sn	mg/KgPS	<10	<10	<10	<10	<10	10	MA1124
Sr	mg/KgPS	3,3	9,9	3,4	2,6	6,1	0,5	MA1124
Ti	mg/KgPS	<100	184	<100	<100	199	100	MA1124
Tl	mg/KgPS	0,17	0,36	0,32	0,24	0,23	0,03	MA1124
V	mg/KgPS	15	48	21	5	21	2	MA1124
Zn	mg/KgPS	38,9	113,3	30,4	15,9	42,7	0,5	MA1124

Cuadro N° 16. Calidad del suelo comparado con la normativa peruana (ECA)

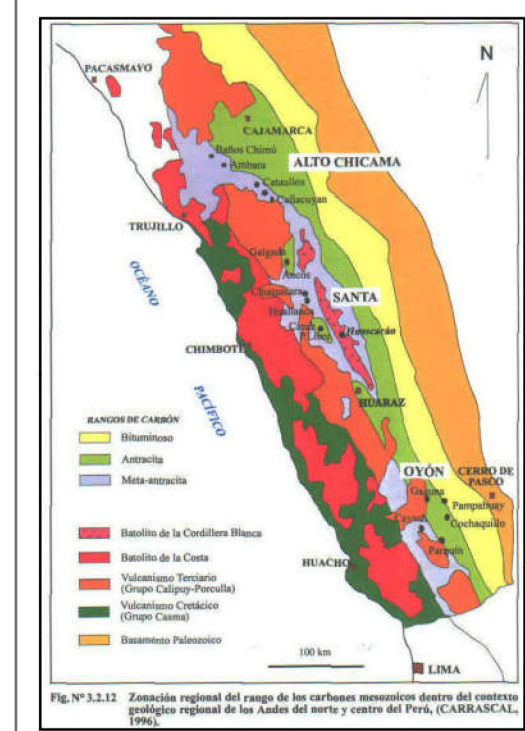
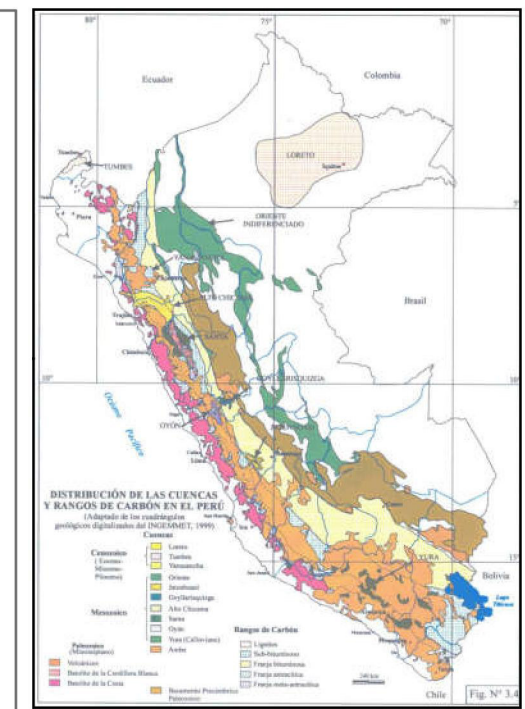
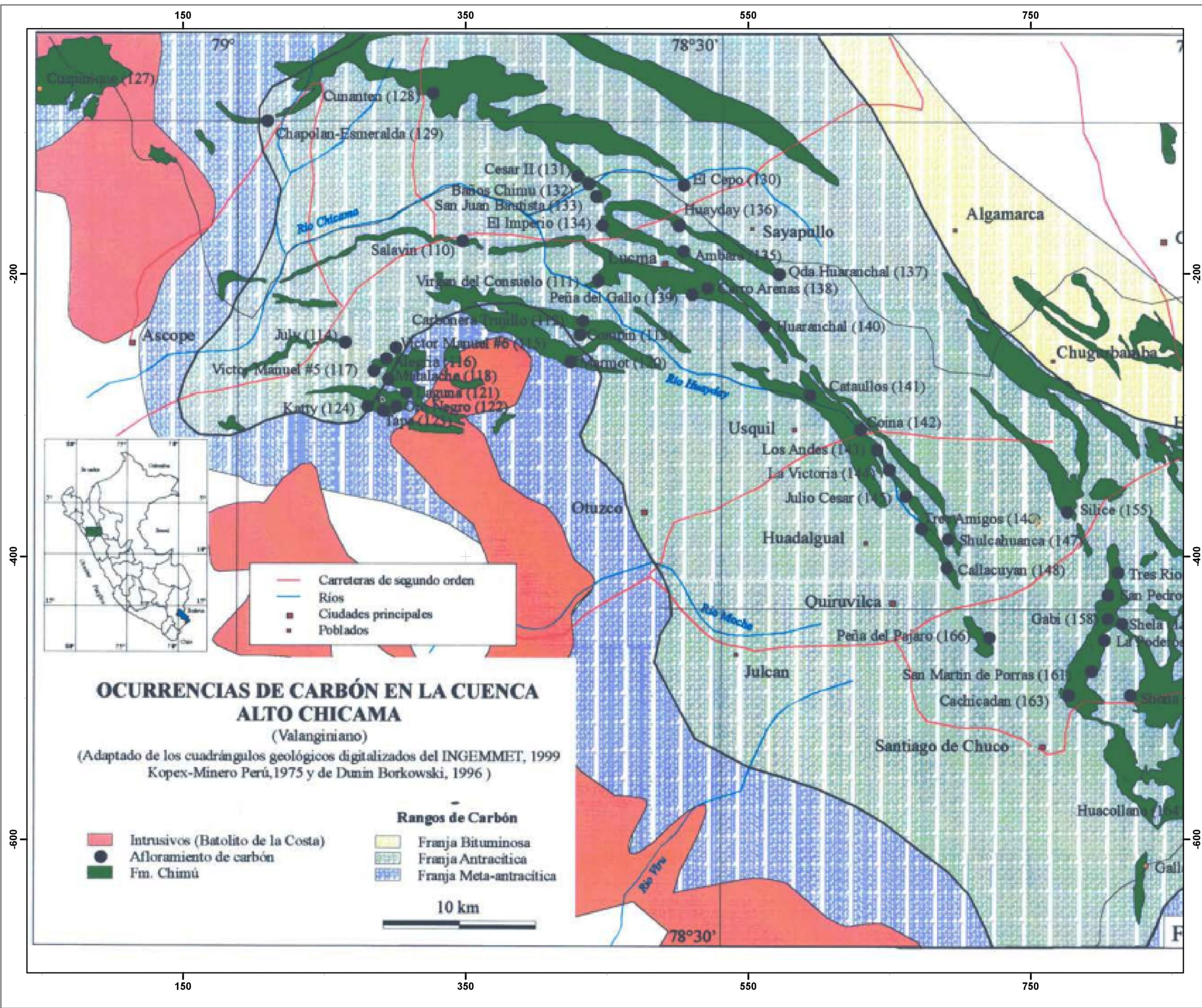
Estacion de Monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	Limite de detección	Metodo
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		11:15	10:41	12:45	13:45	15:05		
Tipo		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos		
Hg	mg/Kg PS	0,28	0,20	0,22	0,08	0,33	0,01	MA0370
As		9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	0,2	MA1124
Ba		18	64	28	8	38	1	MA1124
Cd		<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0,3	MA1124
Cr		3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	0,3	MA1124
Pb		6,9	36	11,5	4,7	13,3	0,3	MA1124

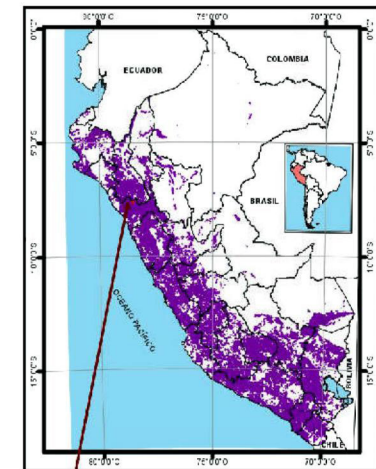
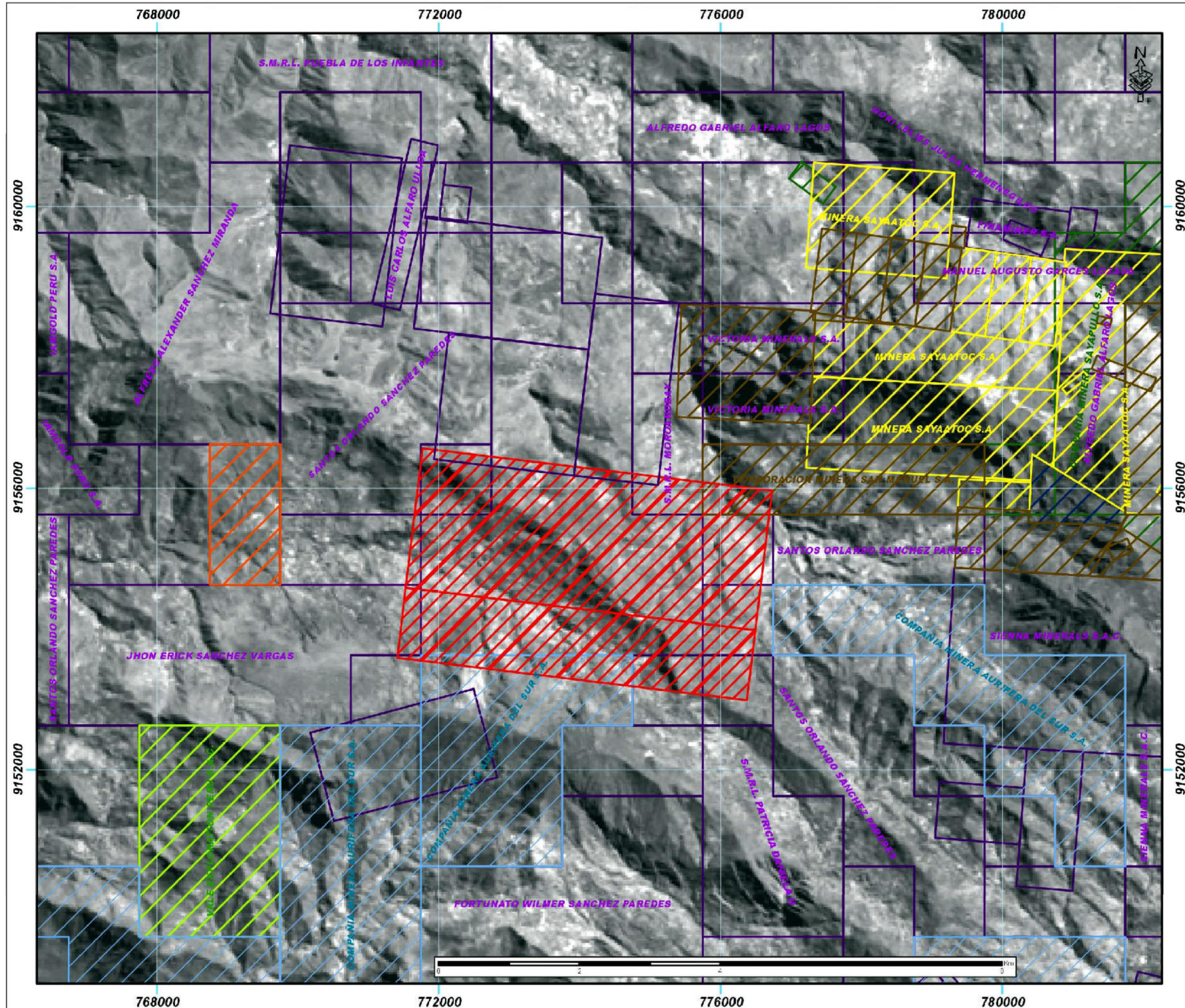
Cuadro N° 17. Normativa Holandesa para analisis de 17 elementos.

Estacion de Monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	National Background Concentration (BC)	Método
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18		
Hora		11:15	10:41	12:45	13:45	15:05		
Tipo		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos		
Hg	mg/Kg PS	0,28	0,20	0,22	0,08	0,33	0,3	MA0370
As		9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	29	MA1124
Ba		18	64	28	8	38	160	MA1124
Be		<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1,1	MA1124
Cd		<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0,8	MA1124
Co		9,24	33,01	4,58	1,93	4,4	9	MA1124
Cr		3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	100	MA1124
Cu		11,5	35,9	10,1	6,19	9,63	36	MA1124
Mo		0,27	0,72	0,41	<0.09	0,36	0,5	MA1124
Ni		6	9	<1	<1	<1	35	MA1124
Pb		6,9	36	11,5	4,7	13,3	85	MA1124
Sb		11	124	<5	<5	<5	3	MA1124
Se		<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,7	MA1124
Sn		<10	<10	<10	<10	<10	19	MA1124
Tl		0,17	0,36	0,32	0,24	0,23	1	MA1124
V		15	48	21	5	21	42	MA1124
Zn		38,9	113,3	30,4	15,9	42,7	140	MA1124

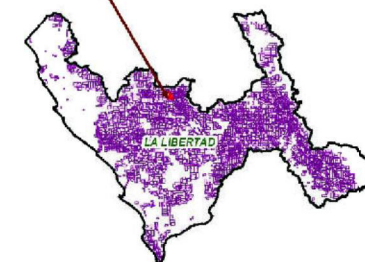
Cuadro N° 18. Calidad del suelo comparado con la Normativa Peruana y Normativa Holandesa.

Estacion de Monitoreo		S1	S2	S3	S4	S5	Límite de dtección	Método	Perú (RM 011-2017-MINAM)	HOLANDA National Background Concentratio n (BC)
Fecha		03/02/18	03/02/18	29/06/18	29/06/18	29/06/18			Comercial / Industrial / extractivo	
Hora		11:15	10:41	12:45	13:45	15:05				
Tipo		Suelos	Suelos	Suelos	Suelos	Suelos				
Hg	mg/Kg PS	0,28	0,20	0,22	0,08	0,33	0,01	MA0370	24	0,3
As		9,5	70,8	8,2	3,3	6,3	0,2	MA1124	140	29
Ba		18	64	28	8	38	1	MA1124	2000	160
Be		<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0,4	MA1124		1,1
Cd		<0.3	0,5	<0.3	<0.3	3,1	0,3	MA1124	22	0,8
Co		9,24	33,01	4,58	1,93	4,4	0,04	MA1124		9
Cr		3,9	9,1	5,4	1,6	4,2	0,3	MA1124	1000	100
Cu		11,5	35,9	10,1	6,19	9,63	0,5	MA1124		36
Mo		0,27	0,72	0,41	<0.09	0,36	0,09	MA1124		0,5
Ni		6	9	<1	<1	<1	1	MA1124		35
Pb		6,9	36	11,5	4,7	13,3	0,3	MA1124	800	85
Sb		11	124	<5	<5	<5	5	MA1124		3
Se		<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,9	MA1124		0,7
Sn		<10	<10	<10	<10	<10	10	MA1124		19
Tl		0,17	0,36	0,32	0,24	0,23	0,03	MA1124		1
V		15	48	21	5	21	2	MA1124		42
Zn		38,9	113,3	30,4	15,9	42,7	0,5	MA1124		140





ÁREA DE ESTUDIO



LEYENDA

- AMBARA 1 - 2
- CORPORACION MINERA SAN MANUEL S.A.
- MINERA SAYATOC S.A.
- COMPANIA MINERA AURIFERA DEL SUR S.A.
- MINERA CASCAMINAS S.A.C.
- COMPANIA MINERA SAYAPULLO S.A.
- LA ESTRELLA TRADING Y LOGISTICA S.A.C.
- VALE EXPLORATION PERU S.A.C.
- OTRAS CONCESIONES

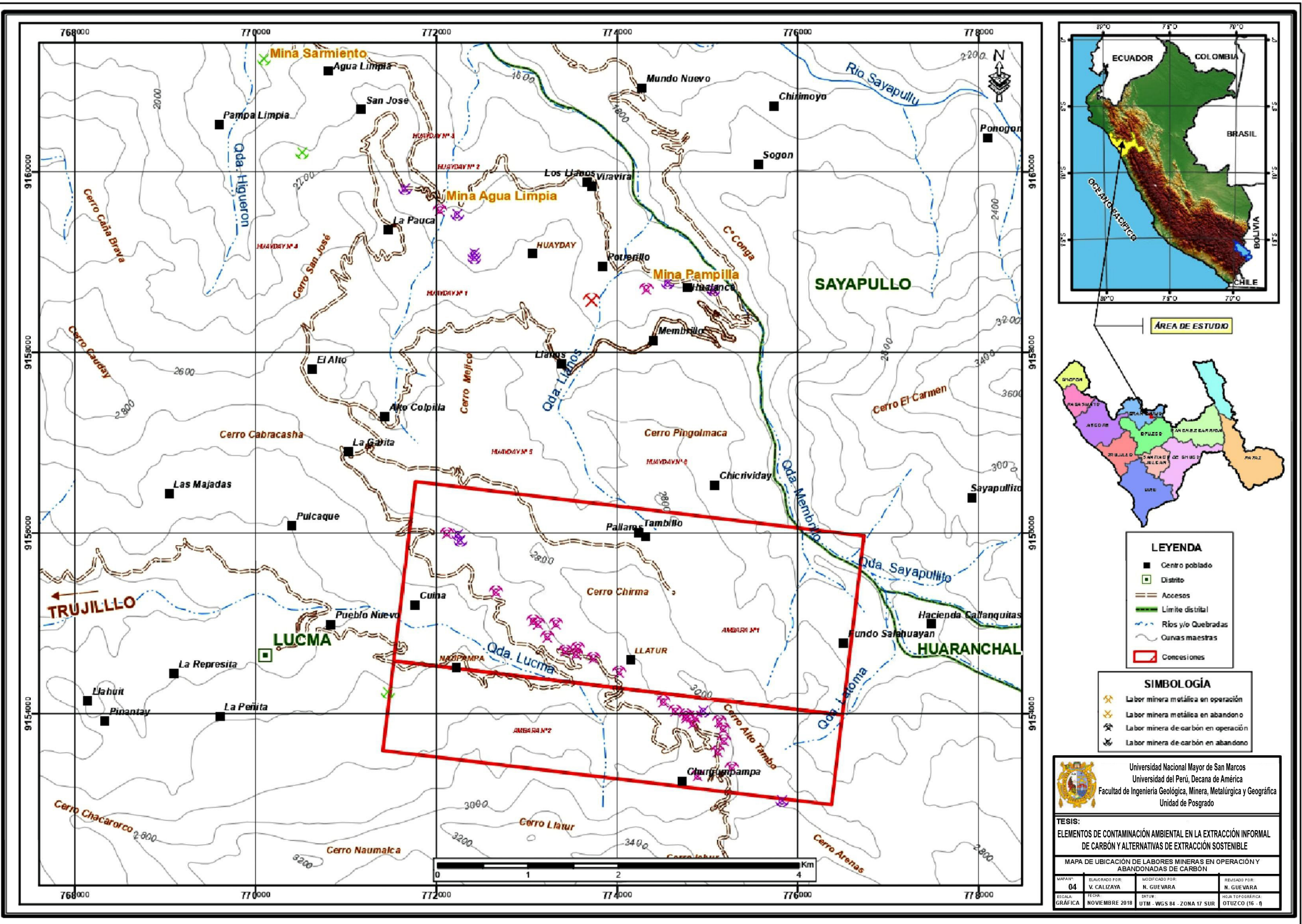


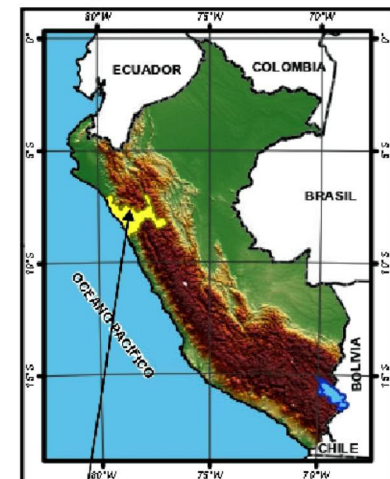
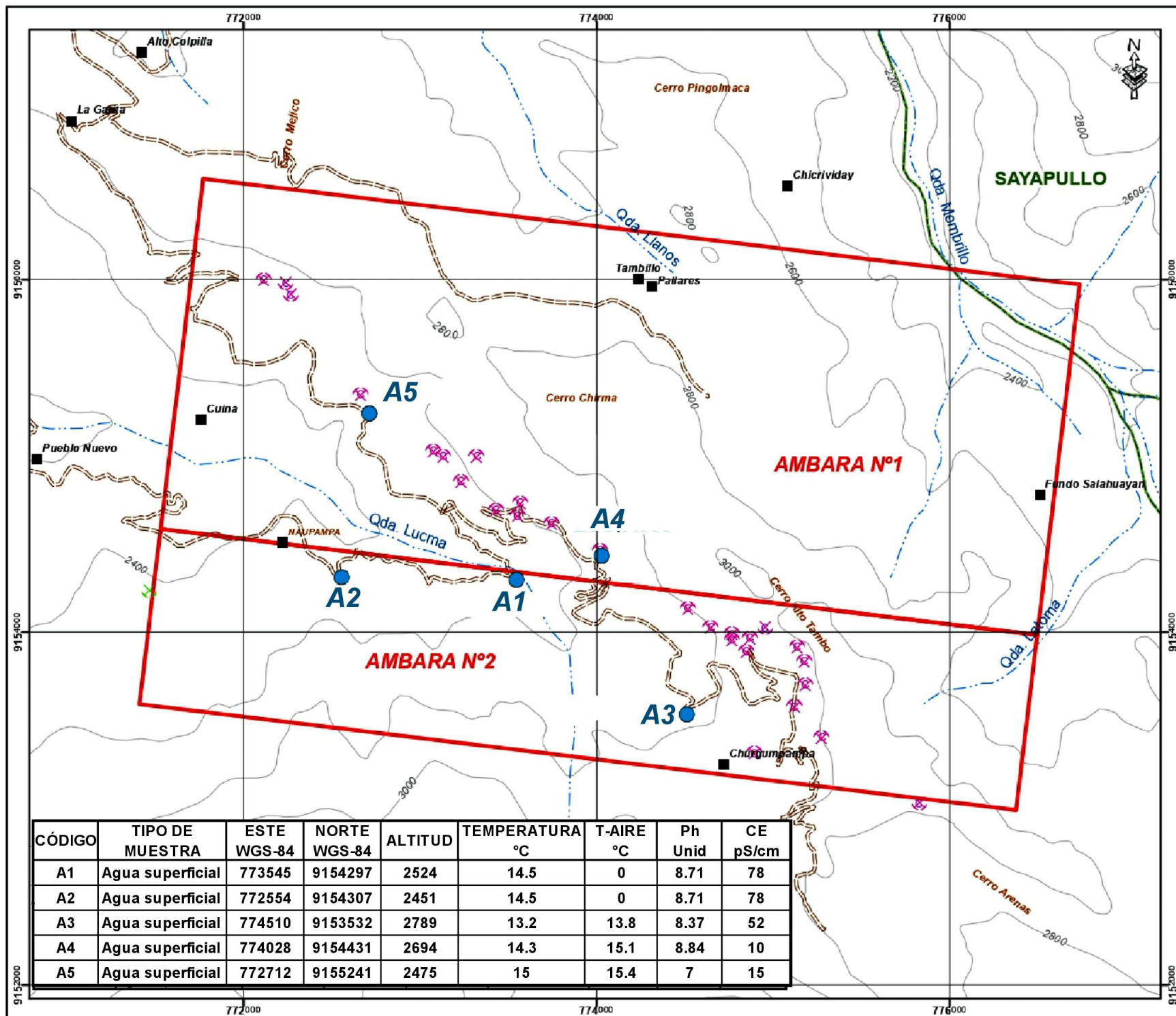
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

TESIS:
ELEMENTOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA EXTRACCIÓN INFORMAL
DE CARBÓN Y ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN SOSTENIBLE

MAPA DE PROPIEDAD MINERA E IMAGEN SATELITAL

MAPA:	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:
02	V. CALIZAYA	N. GUEVARA	N. GUEVARA
ESCALA:	FECHA:	OTRO:	OTRO:
GRÁFICA	NOVIEMBRE 2018	UTM - WGS 84 - ZONA 17 SUR	OTUZZO (16 - 8)





ÁREA DE ESTUDIO



LEYENDA

- Centro poblado
- Distrito
- Muestra de Agua
- Acceos
- Límite distrital
- Ríos y/o Quebradas
- Curvas maestras
- Concesiones

SIMBOLOGÍA

- ✂ Labor minera metálica en operación
- ✂ Labor minera metálica en abandono
- ✂ Labor minera de carbón en operación
- ✂ Labor minera de carbón en abandono

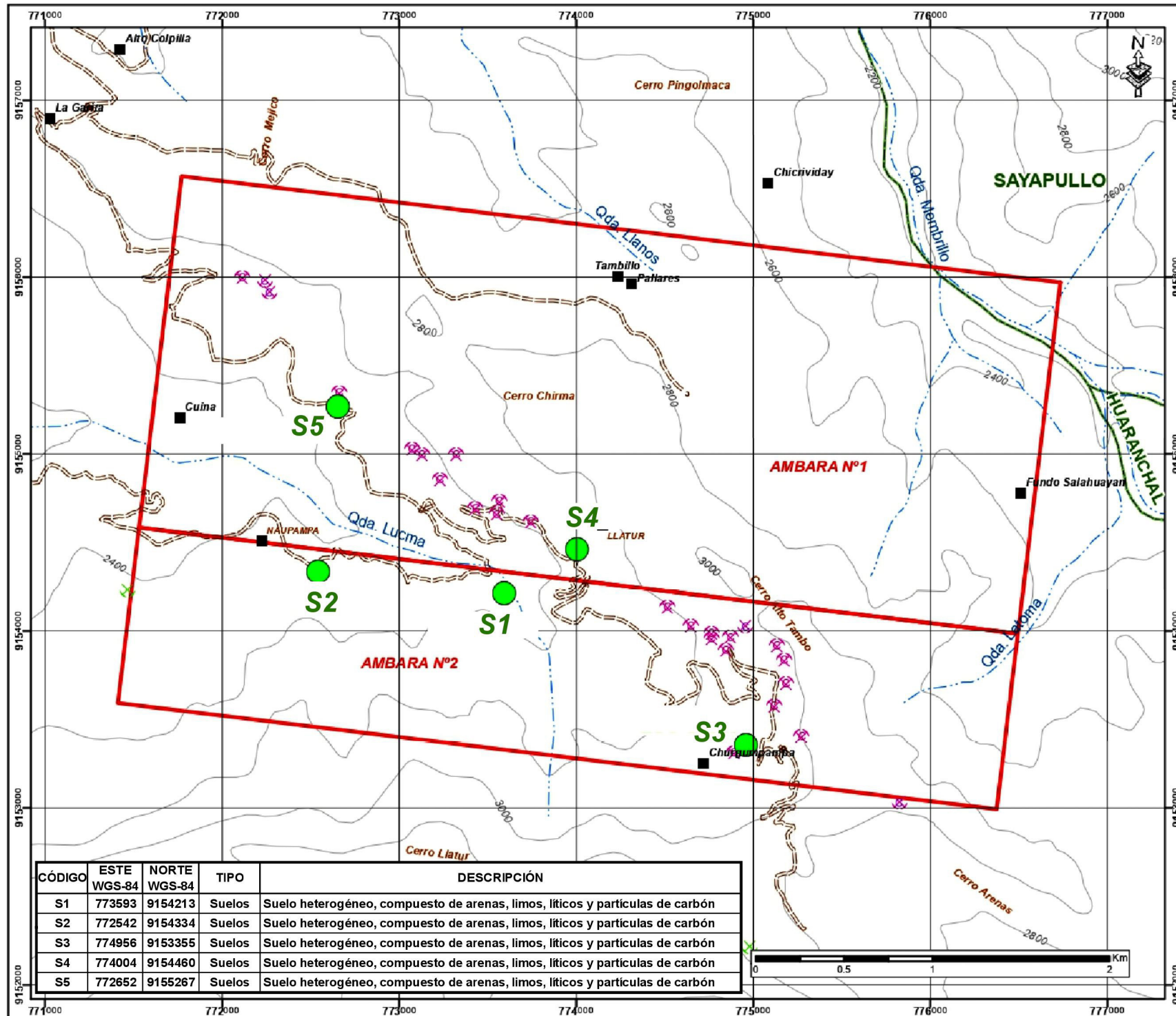


Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

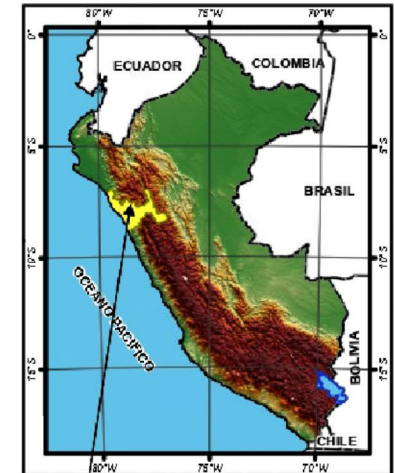
TESIS:
ELEMENTOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA EXTRACCIÓN INFORMAL
DE CARBÓN Y ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN SOSTENIBLE

MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA - AMBIENTAL

IMPACTO:	ELABORADO POR:	MODIFICADO POR:	REVISADO POR:
06	V. CALIZAYA	N. GUEVARA	N. GUEVARA
ESCALA:	FECHA:	DATUM:	HOJA TOPOGRÁFICA:
GRÁFICA	NOVIEMBRE 2018	UTM - WGS 84 - ZONA 17 SUR	OTUZCO (16 - 9)



CÓDIGO	ESTE WGS-84	NORTE WGS-84	TIPO	DESCRIPCIÓN
S1	773593	9154213	Suelos	Suelo heterogéneo, compuesto de arenas, limos, líticos y partículas de carbón
S2	772542	9154334	Suelos	Suelo heterogéneo, compuesto de arenas, limos, líticos y partículas de carbón
S3	774956	9153355	Suelos	Suelo heterogéneo, compuesto de arenas, limos, líticos y partículas de carbón
S4	774004	9154460	Suelos	Suelo heterogéneo, compuesto de arenas, limos, líticos y partículas de carbón
S5	772652	9155267	Suelos	Suelo heterogéneo, compuesto de arenas, limos, líticos y partículas de carbón



ÁREA DE ESTUDIO



- LEYENDA**
- Centro poblado
 - Distrito
 - Accesos
 - Límite distrital
 - Ríos y/o Quebradas
 - Curvas maestras
 - Muestras de Suelo
 - ▭ Concesiones

- SIMBOLOGÍA**
- ✂ Labor minera metálica en operación
 - ✂ Labor minera metálica en abandono
 - ✂ Labor minera de carbón en operación
 - ✂ Labor minera de carbón en abandono

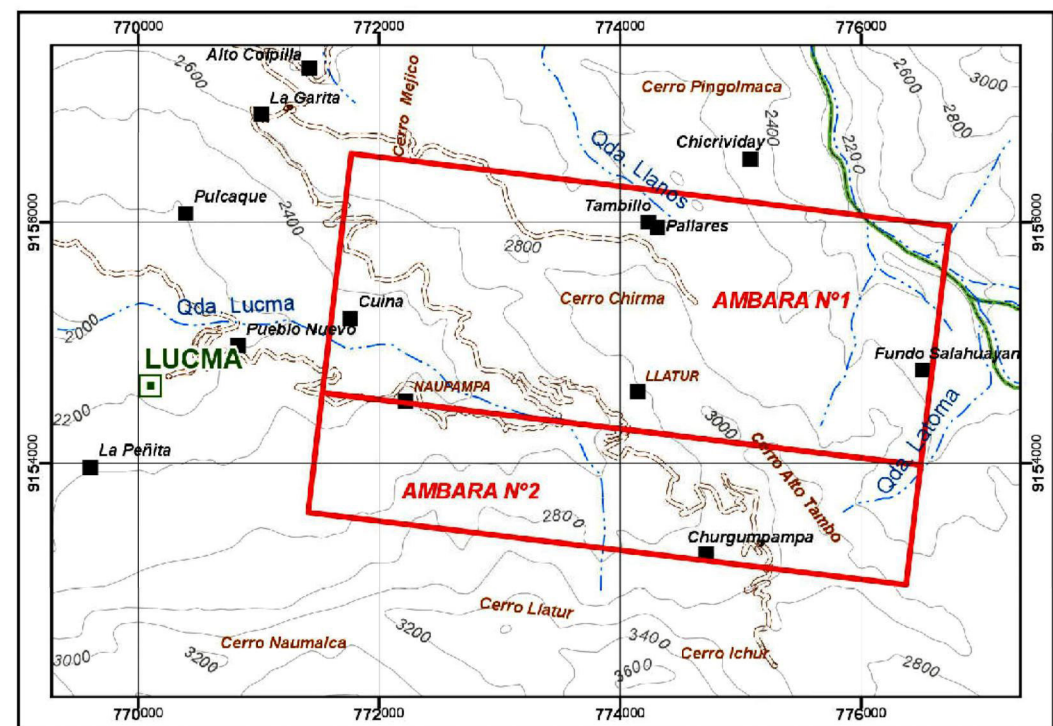
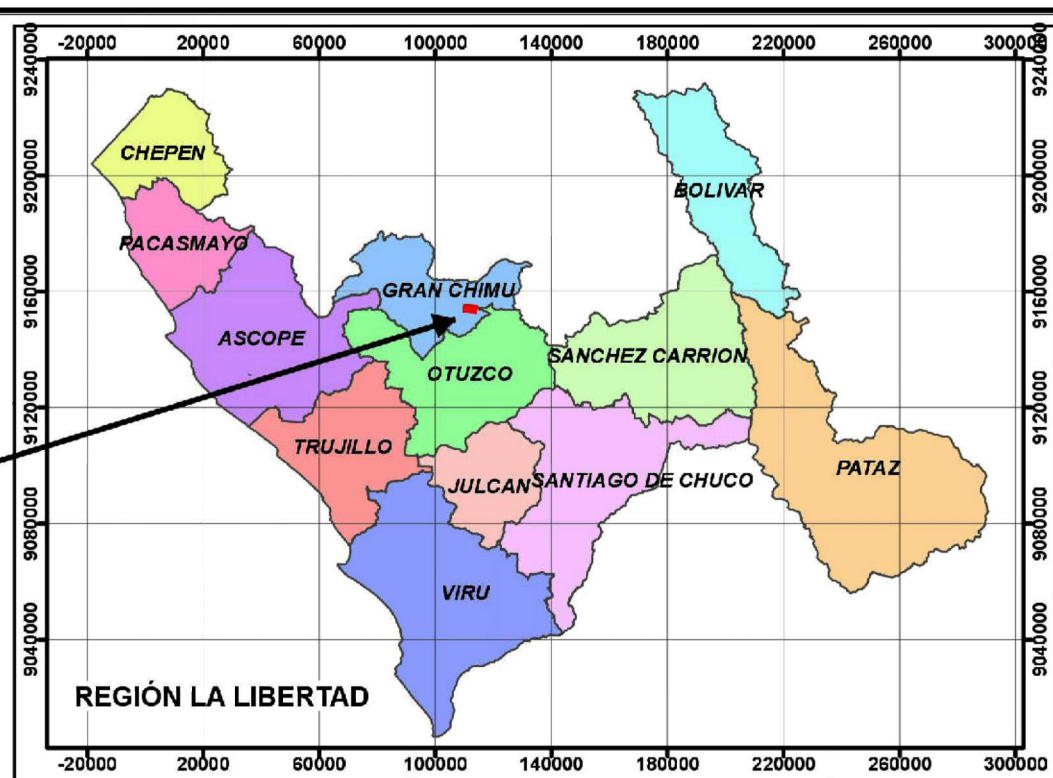


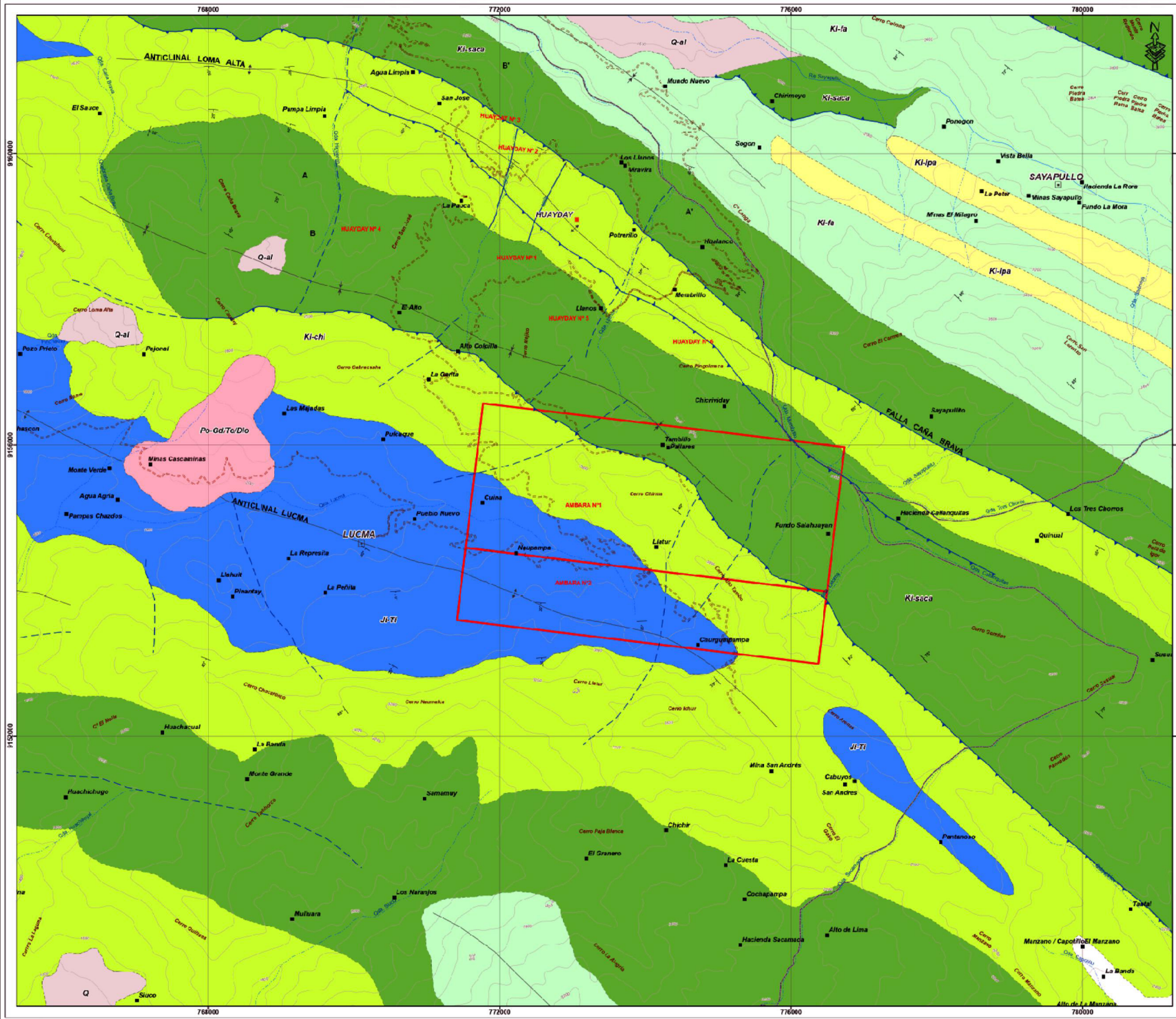
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

TESIS:
ELEMENTOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA EXTRACCIÓN INFORMAL
DE CARBÓN Y ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN SOSTENIBLE

MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO - AMBIENTAL

MAPA: 07	ELABORADO POR: V. CALIZAYA	MODIFICADO POR: N. GUEVARA	REVISADO POR: N. GUEVARA
ESCALA: GRÁFICA	FECHA: NOVIEMBRE 2018	UTM: UTM - WGS 84 - ZONA 17 SUR	OTUSCO (16 - I)





SIMBOLOGÍA

- Falla de rumbo
- Falla inversa
- Lineamiento
- Contacto geológico inferido
- Estratificación
- Anticlinal
- Sinclinal
- Accesos
- Ríos y/o Quebradas
- Curvas topográficas
- Límite distrital
- Centro poblado
- Distrito
- Ambara 1 - 2

LEYENDA

ERA	ETAPA	SERIE	SISTEMA LITOSTRATIGRAFICA	OTRAS NOTAS
CENOZICO	CUATERNARIO	PREHISTORICO	Q-al Depositos aluviales y fluviales	
	PLEISTOCENO	PLEISTOCENO		
	PLEISTOCENO	PLEISTOCENO		
	PLEISTOCENO	PLEISTOCENO		
MESOZOICO	CRETACEO	CRETACEO	Ki-pa Formación Icarito Formación Santa Catalina Formación Santa Catalina Formación Santa Catalina	
	CRETACEO	CRETACEO	Ki-pa Formación Icarito Formación Santa Catalina Formación Santa Catalina	
	CRETACEO	CRETACEO	Ki-pa Formación Icarito Formación Santa Catalina Formación Santa Catalina	
	CRETACEO	CRETACEO	Ki-pa Formación Icarito Formación Santa Catalina Formación Santa Catalina	



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

TESIS:
ELEMENTOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA EXTRACCIÓN INFORMAL
DE CARBÓN Y ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN SOSTENIBLE

MAPA GEOLÓGICO REGIONAL / LOCAL

MAPA N° 03	ELABORADO POR V. CALIZAYA	MODIFICADO POR N. GUEVARA	REVISADO POR N. GUEVARA
ESCALA GRÁFICA	FECHA NOVIEMBRE 2010	DATUM UTM - WGS 84 - ZONA 17 SUR	HOJA TOPOGRÁFICA OTUZZO (16 - 9)